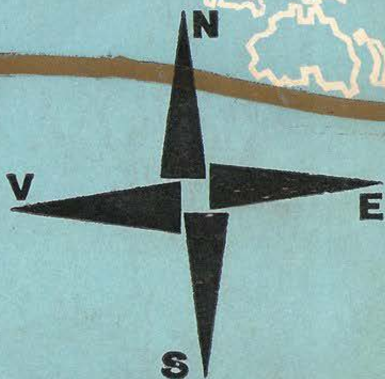




PETRE I. BĂRBUNEANU

MĂRILE ȘI OCEANELE PĂMÎNTULUI

M Ă R I L E
ŞI
O C E A N E L E
P Ă M Î N T U L U I

PETRE I. BĂRBUNEANU
amiral în rezervă

MĂRILE ȘI OCEANELE PĂMÎNTULUI

ediția a II-a
revăzută de autor

EDITURA MILITARĂ — 1967

Coperta: V. WEGHEMAN
Desenele: Gh. ALEXANDRESCU
V. ŞTEFĂNESCU
M. TEODORESCU

Partea I

NOȚIUNI GENERALE DE OCEANOGRAFIE

I
OBIECTUL OCEANOGRAFIEI ȘI ISTORICUL DEZVOLTĂRII EI

A. MĂRI, OCEANE ȘI GEOGRAFIE

Legătura dintre apă și geografie este de nedesfăcut, Apa joacă un rol de cea mai mare importanță în natură : fără ea viața pe planeta noastră ar fi de neconceput. Este firesc deci ca în geografie — știința care se ocupă cu studiul și descrierea regiunii scoarței Pămîntului din punct de vedere fizic, economic și politic — prețiosul lichid să ocupe un loc major. Dacă nu ne gîndim la altceva decît la faptul că circa 72% din suprafața globului este acoperită de mări și oceane, că în 19 cazuri din 20 orice punct de pe suprafața unui continent are la antipodul său — un punct situat în mare sau în ocean, înțelegem nu numai locul ocupat de problemele apei în geografie, dar și faptul că s-au format ramuri aparte ale științei care într-un fel sau altul se ocupă cu studiul apelor. Printre acestea amintim *hidrologia* mărilor sau *oceanologia*, care, devenită chiar știință independentă, cercetează cu metode proprii *oceanul planetar* [1] — făcînd parte dintre științele fizico-geografice (meteorologia, climatologia, geomorfologia, zoogeografia etc.).

[1] Totalitatea mărilor și oceanelor globului terestru.

Mările și oceanele constituie însă obiectul de predilecție al oceanografiei, știința care se ocupă cu studiul reliefului și structurii fundului oceanului planetar, al fenomenelor fizice și chimice din oceane și mări și de asemenea cu studiul influenței mediului marin asupra florei și faunei marine de la diferite adîncimi.

Complexitatea oceanografiei face ca în cadrul acesteia să se aplice atît metodele clasice ale geografiei — observația, comparația, descrierea, experimentarea și explicația, cît și metodele moderne de lucru și cercetare ale științelor înrudite, ca : hidrofizica, hidrochimia, hidrologia, geologia marină etc.

B. DIN ISTORICUL DEZVOLTĂRII OCEANOGRAFIEI

1. *Începuturi*

Contactul omului primitiv cu apa — sub forma rîului, lacului sau chiar a mării sau oceanului — s-a produs în vremuri imemoriale și, așa după cum există temeiuri dintre cele mai serioase să așezăm pescuitul pe prima treaptă a cuceririi spațiilor marine de către om, tot așa trebuie să-l considerăm și drept una dintre acele dintîi îndeletniciri omenești care a contribuit în largă măsură la îmbogățirea conținutului social al vieții celor mai vechi dintre strămoșii noștri, o dată deveniți oameni. Asocierea oamenilor în grupe mai mari la care-i obliga, în cazul dat pescuitul marin, perfecționarea continuă a uneltelor folosite au fost momente importante în dezvoltarea societății omenești, momente în a căror săvîrșire apa curgătoare — rîul, fluviul —, lacul sau marea au jucat un rol important, solicitîndu-și eroii anonimi mereu la noi acte de îndrăzneală, de căutare.

Încă din epoca pietrei, pescarul, dezvoltîndu-și tehnica de navigație — la început auxiliară și strict legată de nevoia asigurării hranei zilnice — a devenit navigator, reușind să întreprindă călătorii îndepărtate și să

„folosească“ apa nu numai ca mediu în care își exercita îndeletnicirea pescuitului, ci și ca o cale de transport.

Savantul francez *Paul Rivet* a demonstrat că omul primitiv — a cărui primă unealtă „susținută de apă“, demnă de un asemenea nume, a fost „luntrea monoxilă“, luntre scobită într-un singur trunchi de copac sau buștean și mînuită cu o vîslă primitivă — a realizat pînă și marile migrații de populare a unor vaste spații continentale, circulînd peste ape de la un pămînt la altul. Rivet a subliniat că : „migrațiunile pe calea apei, prin penetrație fluvială sau cabotaj maritim [1] au jucat în istoria umanității un rol esențial, probabil cu mult mai însemnat decît migrațiunile săvîrșite pe uscat“, [2] și a relevat că asemenea acțiuni au avut un rol de seamă în istoria răspîndirii omului pe întreg Pămîntul. La rîndul său, binecunoscutul istoric german al geografiei Paul Herrmann susține : „Apare sigur că încă din epoca de piatră se întreprindeau călătorii îndepărtate pe mare“ și, după ce dă exemplul folosirii musonilor de către navigatorii indieni cu cel puțin două milenii î. e. n., adaugă : „Se pare că în epoca inițială a umanității universul cunoscut era aproape tot atît de vast ca și astăzi. Este foarte probabil că nici un obstacol nu-l împiedica pe omul erei de piatră să plece din așezările sale din Europa și Asia, pentru a atinge țărmuri atît de îndepărtate ca America și Australia...“ [3].

Pe aceste „drumuri fără pulbere“, cărări întinse pe creștet de valuri, străbătute după necesități și interese, omul, în ambarcațiile lui, nu numai că a plutit, dar în același timp a și învățat, și-a lărgit necontenit orizontul vieții și cunoștințele sale, iar apa a devenit un veritabil „pod“ între oamenii din diverse părți ale lumii.

Ar fi greu de apreciat astăzi cine au fost primii navigatori care au deschis calea spre asemenea perspective. Dar în Mediterana, în Oceanul Indian și în lumea insulară a Pacificului au fost create, experimentate și apoi perfecționate, de-a lungul mileniilor, de către populații de na-

[1] Navigație pe lîngă țărm, urmărind conturul acestuia.

[2] Paul Rivet, *Les origines de l'homme américain*, Paris, 1957, pp. 171—172.

[3] Paul Herrmann, *L'homme à la découverte du monde*, Plon, Paris, 1962, pp. 15—16.

vigatori, mijloacele care în cele din urmă l-au dus pe om să-și cunoască, și prin aceasta să-și cucerească, lumea în care trăiește. Pe această cale, rolul apei în viața economică a omului în decursul milenarei lui evoluții a fost uriaș. Înlesnindu-i drumurile, apa i-a ajutat omului să intre în contact cu îndepărtații semeni ai lui, i-a dat prilejul să cîștige în sociabilitate, l-a smuls din izolare și l-a îndemnat totodată, tocmai pentru a le realiza pe toate celelalte, s-o cunoască, s-o stăpînească.

În aceste condiții a devenit important să se cunoască nu numai orientarea pe mare, dar și natura fundurilor, a țărmurilor, adîncimile, curenții și toate celelalte amănunte a căror stăpînire îl formează pe cunoscătorul cîrmaci, pe vrednicul marinar de cursă lungă al tuturor vremilor. Asemenea preocupări, legate nu numai de acumularea de cunoștințe nautice și maritime, dar și de păstrarea și transmiterea lor, au existat încă din antichitate.

Herodot (484—425 î. e. n.) scria în cartea a II-a a *Istoriei* sale : „Cînd navighezi spre Egipt și te afli la o depărtare de coastă de o zi, aruncă sonda ; vei ridica nămol de la o adîncime de 11 brațe". *

Iată dar că acea sondă primitivă, la care nu s-au adus prea mari perfecționări pînă acum, era practicată nu numai ca să se cunoască adîncimea, ci încă din timpul lui Herodot se imaginase un procedeu pentru a ridica de la fund o probă de sediment și de a se afla astfel natura depunerilor în diferite locuri.

Prin această folosire timpurie a sa, sonda a devenit primul aparat utilizat de om pentru a se iniția în secretele oceanografiei.

Încă din antichitate s-au emis diferite păreri cu privire la adîncimile marine. Despre fundul mărilor au scris și filozoful grec *Aristotel* (384—322 î.e.n.) și filozoful roman *Lucretius Carus* (95—51 î. e. n.) și geograful *Strabo* (63—23 î. e. n.), supranumit „părintele geografiei", și filozoful roman *Seneca* (3—65 e. n.).

Aceștia doi din urmă au fost de părere că fundul mărilor ar fi brăzdat de munți, dealuri și văi, dar nu s-au

* 1 braț = 1,62 m.

pronunţat cu privire la adîncimea mărilor. Chiar atunci cînd Strabo, în *Geografia* sa, citează o adîncime de 1 000 de orgii (cca 1 500 m) undeva prin preajma Sardiniei, el nu informează cum s-a făcut măsurătoarea.

Au trebuit să treacă multe, multe secole pînă să se realizeze cea dintîi încercare cu adevărat serioasă de a măsura adîncimea mării. Ea se datorează lui Magellan şi a fost întreprinsă în anul 1521, într-un loc din Oceanul Pacific situat între 9° şi 15° latitudine sudică. Cu acest prilej, după ce a înnodat cap la cap tot ce exista la bord ca funie, Magellan a filat cca 700 m lungime, cu o greutate la capăt, fără să atingă fundul.

Este interesant de subliniat că marinarii credeau pe atunci, ca şi mulţi oameni de ştiinţă ai vremii de altfel, pînă în timpuri mai aproape de noi, că la o anumită adîncime, apa devine aşa de densă prin compresibilitate, încît greutatea sondei n-o mai poate „pătrunde" şi, prin urmare, orice sondaj ajunge iluzoriu.

Cu timpul, o dată cu perfecţionarea instrumentelor de navigaţie, oceanele au ajuns să fie cercetate cu cea mai mare asiduitate, între continente s-au stabilit legături sistematice permanente. Studiul mărilor a început să aducă o oarecare lumină asupra adîncimii acestora, mai ales începînd din secolul al XVII-lea.

Dezvoltarea oceanografiei ca ştiinţă este legată în primul rînd de numele acelui geniu multilateral care a fost *Leonardo da Vinci* (1452—1519), creatorul faimoasei Gioconde. Pictor, sculptor, arhitect, naturalist şi inginer, celebrul artist italian s-a ocupat şi de problemele mării. Studiind litoralul ligur, el a fost atras de mişcările apei şi de acţiunea mării asupra ţărmului. Deşi era preocupat în fapt de hidrografie, da Vinci a sfîrşit prin a deveni un veritabil oceanograf, datorită celor două importante lucrări ale sale : „Del moto e misura dell'acqua" (Despre mişcarea şi măsurarea apei) şi „De la natura dell'acqua" (Despre natura apei).

Da Vinci era interesat în mod deosebit de natura mişcării ondulatorii a mării. El voia să afle dacă valurile sînt mişcări de ondulaţie sau de translaţie. El atribuie fenomenele de sedimentaţie litorală mişcării valurilor în vreme

de furtună. Intuiția lui s-a verificat și în legătură cu adîncimea maximă pînă la care se simte influența mișcării ondulatorii de la suprafață.

Leonardo da Vinci a vorbit și despre puterea erozivă a apei. El a descris chiar cum materialul erodat dintr-un loc este transportat și depus în altul, unde prin segregarea materialului de la pietrișul grosolan spre nisip și, la adînc, spre mîlul cel mai fin, se formează o plajă. În acest fel, el a dat și primele noțiuni de litologie a fundului mării.

Ulterior, o dată cu începuturile geologiei, atenția savanților lumii a fost atrasă de problemele aspectelor fundului mării și s-a trecut la studiul sedimentelor și al fosilelor marine.

Ferdinand de Marsigli (1658—1730) — celebrul geograf și naturalist italian, care a fost un timp și guvernator al Transilvaniei și a scris despre Dunăre și despre izvorul natural de gaz metan de la Bazna, de lîngă Mediaș —, în lucrarea sa *Istoria fizică a mării,* apărută în anul 1725, arată că cele mai mari adîncuri oceanice corespund celor mai înalți munți de pe uscat. De asemenea, el a situat cele mai mari adîncimi ale Mediteranei în regiunea insulei Malta, fapt ce corespunde cu rezultatele sondajelor exacte făcute ulterior. Pentru cercetările întreprinse în părțile sudice ale Franței, Marsigli a întrebuințat ca instrumente termometrul, plasa și draga. Toate acestea fac ca el să fie considerat drept adevăratul fondator al oceanografiei fizice și biologice.

Printre cei care au contribuit la dezvoltarea oceanografiei ca știință se numără savantul rus Mihail Vasilievici Lomonosov. Acesta a cercetat cîteva dintre problemele oceanografice de bază.

Prima probă de fund din marea adîncă a fost luată de-abia în anul 1773 de către englezul Phipps. El a măsurat în Oceanul Arctic, în largul coastei septentrionale a Norvegiei, cu o sondă de 70 kg, adîncimea de 1 250 m, aducînd totodată la suprafață și nămol albastru.

Cele dintîi organisme de adîncime (coraline, crustacei, stele de mare) au fost aduse la suprafață mult mai tîrziu, de J. Ross, în anul 1818, în golful Baffin, de la o adîncime de 1 920 m. Și mai tîrziu, în 1840, Ross a sondat în At-

lanticul de sud la vest de Capul Bunei Speranţe adîncimi de 4 435 şi 4 895 m. Acestea s-au petrecut într-o vreme în care şi chimia a abordat marea, realizîndu-se primele analize chimice de apă de mare. De altfel a mai trecut un timp pînă ce a fost realizată prima analiză chimică completă a apei de mare urmată de determinarea compoziţiei sale chimice. Aceasta a fost efectuată de Forchamer, în anul 1865.

Primele sondaje nu au furnizat decît valori cu totul nesigure ale adîncimii reale, deoarece saula sondei, fiind confecţionată din cînepă, întîmpina o rezistenţă mare în apă, iar greutatea ei proprie era superioară aceleia a sondei, din care cauză nu se putea aprecia exact momentul cînd ea atinge fundul.

Numai către mijlocul secolului al XIX-lea, cînd s-a pus problema întinderii cablurilor telegrafice peste Atlantic, între Europa şi America şi a devenit necesară cunoaşterea precisă a structurii fundului oceanic, sondarea marilor adîncimi a început să facă progrese mai însemnate. [1]

În 1854, aspirantul de marină Brooke, preocupat de perfecţionarea sondei, a avut fericita idee să propună ca greutatea acesteia să fie abandonată imediat ce a atins fundul, lucru tradus în fapt prin acţiunea unui mecanism declanşator. Ca urmare, sonda fiind mult uşurată, nu mai era în primejdie să se rupă. Ea aducea la suprafaţă un tub uşor, încărcat cu sedimente.

„Proba" de fund da dovada că acesta a fost cu adevărat atins.

Sistemul de sondaj cu greutate pierdută se foloseşte şi astăzi. Eficienţa lui, determinată îndeosebi de scurtarea timpului sondării, a dat un mare impuls cercetărilor oceanografice.

O importantă îmbunătăţire a tehnicii sondării s-a produs în anul 1873, o dată cu înlocuirea sondei de cînepă printr-un fir de oţel cu diametrul de 1 mm. Acest fir avea avantajul că prezenta o încărcătură la ruptură foarte mare, pentru o greutate scăzută la kilogram de fir. La început însă, din cauze de fabricaţie, firele de oţel se

[1] În anul 1963 s-au împlinit 100 de ani de la aşezarea primului cablu comercial submarin pe fundul Atlanticului, între America şi Europa.

rupeau destul de des. Din acest motiv nava *Challenger* a executat între anii 1872—1876 toată renumita sa campanie de sondaje în toate oceanele, tot cu sonda cu greutate pierdută, cu saulă de cînepă.

De atunci încoace mașinile de sondat s-au perfecționat continuu. Frîna lor se oprește automat de îndată ce greutatea sondei a atins fundul, astfel încît firul sondei nu se mai derulează.

O dată cu noile tehnici ale secolului al XX-lea, în oceanografia experimentală a intrat un nou aparat de sondare, care a permis ca studiul fundului oceanelor să ia o serioasă amploare. Este *ecolotul,* un aparat de o uimitoare precizie : la o adîncime de cîțiva kilometri, eroarea nu depășește cîțiva metri. Urmărind evoluția tehnicii sondării, de-a lungul anilor, se poate spune că ea se confundă cu istoria oceanografiei.

A recapitula principalele momente din istoria cercetărilor oceanografice înseamnă într-o măsură destul de importantă a parcurge istoria navigației, cel puțin în ceea ce privește marile ei etape. Iată pentru ce trecerea în revistă a cercetărilor înfăptuite pe mări și oceane în scopuri științifice trebuie să fie împărțită în capitole bine distincte, după cum ea privește cercetări desfășurate în apele oceanului planetar, cercetările întreprinse cu prilejul descoperirii drumurilor maritime de nord, al cuceririi Polului Nord și al explorării Arcticei sau al cuceririi Polului Sud și al explorării Antarcticei. Desigur din punctul nostru de vedere, de o mențiune aparte vor trebui să se bucure cercetările efectuate în Marea Neagră, după cum, datorită importanței și organizării lor pe plan mondial, cercetările întreprinse în cursul Anului geofizic internațional (A.G.I.) vor trebui să fie prezentate separat cititorilor.

2. *Expediții științifice și cercetări oceanografice în apele oceanului planetar*

Marile descoperiri geografice în lumea oceanelor încep de fapt prin călătoriile făcute de Columb, Vasco de Gama și Magellan. Destul de rapid, către mijlocul secolului

al XVI-lea, mările tropicale și cele temperate au ajuns a fi cunoscute în linii mari. Lucrările de cartografiere însă nu erau prea sigure și adesea se ajungea în situația de a nu se putea regăsi locul descoperit, așa cum s-a întîmplat cu insulele Solomon din Pacific, care, după ce au fost descoperite, au fost pierdute din nou timp de aproape două secole.

Pe atunci navigatorii încă nu cunoșteau determinarea punctului navei pe mare și în general lipsea putința oricărei localizări precise a accidentelor geografice și a fenomenelor studiate. Latitudinea putea fi calculată — ce e drept — cu destulă precizie, dar determinarea longitudinii a continuat să prezinte un obstacol pentru navigația în largul mării. Această problemă esențială a fost rezolvată numai în secolul al XVIII-lea, aproape în același timp în Franța și în Anglia, o dată cu construirea primelor cronometre de marină. S-a putut trece apoi la determinarea orei primului meridian, de la Greenwich, prin calcule astronomice și apoi, cu ajutorul cronometrului, la stabilirea orei locale. Întretăind latitudinea cu longitudinea, rezulta „punctul" determinat pe mare. Numai după aceea s-a putut întocmi harta generală a mărilor, cu excepția regiunilor polare, încă necunoscute la începutul secolului al XIX-lea.

Printre călătoriile celebre întreprinse în a doua jumătate a secolului al XVIII-lea și la începutul secolului al XIX-lea, se numără voiajul în jurul lumii al căpitanului englez Cook și expedițiile realizate de navigatori ruși. Dintre acestea sînt de citat călătoria în jurul lumii întreprinsă de navele *Nadejda* și *Neva* în anii 1803—1806 sub conducerea lui Kruzenștern, aceea a navelor *Diana* și *Kamciatka* tot în jurul lumii (1807—1811 și 1818—1819) sub conducerea lui Golovnin, precum și voiajul întreprins de Kotzebue pe bricul *Riurik,* cu care prilej el a descoperit mai multe insule în Pacific situate pe drumul între Chile și Kamciatka.

În cea de a doua jumătate a secolului al XIX-lea, din necesitatea așezării cablurilor telegrafice peste *Atlantic,* în scopul legării Statelor Unite cu vestul Europei prin legături telegrafice submarine, s-a efectuat sondarea preliminară în traversul oceanelor Atlantic și Pacific.

În anii 1856 și 1857, navele americane *Arctic* și *Cyclope* sondează pentru așezarea cablului telegrafic peste Atlantic, între Valentia (Irlanda) și Terra Nova; *Arctic* ridică în acest timp și mîl de globigerine din 34 de puncte ale sondărilor. Vasul englez *Bulldogg* întreprinde și el, în 1860, o campanie analogă.

Este de subliniat că în cadrul campaniei de sondări americanul Maury a întocmit prima hartă batimetrică a părții de nord a Oceanului Atlantic. Pe baza acesteia s-au întocmit cele dintîi atlase de vînt și curenți ale acestui ocean.

După ce cablul transatlantic a fost în sfîrșit întins, vasul american *Tuscarora* a întreprins în același scop o campanie de sondări în Pacificul de nord. Ea s-a desfășurat în anii 1873 și 1874, punîndu-se apoi, cu oarecare întîrziere, și cablul transpacific. Au urmat apoi instalările cablurilor submarine care au legat Anglia cu Europa și cu unele din coloniile sale.

O dată acest prim succes obținut, elanul cercetării științifice a oceanelor a crescut.

Călătoriile de încercare realizate de vasele *Lichtning* și *Porcupine* (între 1868 și 1870) au trezit o curiozitate generală. Amiralitatea engleză a pregătit o nouă explorare a oceanelor Atlantic, Pacific și Indian cu fregata [1] cu vapori *Challenger*. Aceasta a ridicat ancora în luna decembrie a anului 1872. La bord se aflau de data aceasta și mai mulți savanți. După ce a cutreierat oceanele și a parcurs în total circa 96 000 de mile marine, vasul s-a înapoiat în Anglia în anul 1876. El executase mai bine de 5 000 de sondări. Rapoartele făcute pe *Challenger*, publicate în 52 de volume, conțin precizări asupra adîncimilor, constituției fundului, distribuției temperaturii, salinității și densității apei de mare. Ele sînt considerate cu drept cuvînt ca un ansamblu de documente științifice din care oceanografia fizică și biologică a ieșit pe deplin întemeiată.

[1] Fregata este o navă militară cu vele, cu trei catarge și o singură punte. Este mai mare decît corveta și mai mică decît nava de linie.

Cam în același timp, corveta germană *Gazelle* a întreprins și ea o expediție în jurul lumii. Aceasta a durat trei ani (1874—1876).

Este de subliniat că rezultatele acestor trei mari expediții — *Challenger, Gazelle* și *Tuscarora* — formează baza cunoștințelor oceanografice de pînă acum.

După aceste călătorii printre cele mai importante expediții de cercetări oceanografice sînt de enumerat la loc de frunte acelea care au realizat și înconjurul lumii, cercetînd toate oceanele. Aceste expediții au fost întreprinse de :

— corveta rusă cu aburi *Viteaz*, navigînd sub comanda amiralului Makarov (1894—1895) ;
— nava germană *Planet* (1906—1908) ;
— nava americană *Carnegie* (1904—1909) ;
— nava daneză *Dana* (1921—1923) ;
— nava suedeză *Albatros*.

Aceasta din urmă, cu un deplasament de 1 400 de tone, a întreprins un voiaj în jurul lumii în anii 1947—1948, avînd la bord o seamă de savanți printre care profesorul Petterson și inginerul Kullenberg. Inginerul Kullenberg pusese la punct un aparat propriu de luat probe de fund, numit *tubul carotier*. Cu acest aparat perfecționat, el a reușit să ridice din fundul unui fiord norvegian *carote* de 15—20 m lungime. În straturile unei astfel de carote se poate „citi“ istoria Pămîntului. [1] În timpul acestei expediții s-au făcut sondaje în Oceanul Atlantic, Oceanul Pacific, Oceanul Indian și în Marea Mediterană, experimentîndu-se în același timp și o nouă metodă suedeză pentru măsurarea grosimii stratului de sedimente de pe fundul oceanelor. În timpul traversării Atlanticului au fost ridicate primele carote de mîl de globigerine, mîl specific catenei centrale a acestui ocean.

În Oceanul Pacific exploratorii au dat peste un fund stîncos sub stratul de sedimente, care nu întrecea 200 me-

[1] O carotă (coloană de sedimente) de 5 metri reprezintă o perioadă de circa 1 milion de ani, căci la 1 000 de ani se sedimentează circa 6 mm de depozit.

tri grosime. Aici carotierul nu a adus la suprafață carote mai lungi de 10 metri. În apropiere de groapa Filipinelor s-a putut ridica o carotă de sedimente de la 7 860 metri.

În Oceanul Indian s-a scos din groapa Sunda o carotă de sedimente lungă de 7,60 metri de la adîncimea de 7 000 metri avînd culoarea gri-verzuie.

În Mediterana, în mai 1948, în apropiere de insula Creta, carotierul a adus la suprafață sedimente în care s-au găsit urme de erupțiuni vulcanice din care s-a dedus data distrugerii palatelor de la Cnossos din Creta și a modificării conturului insulei Santorin, distrusă cu milenii în urmă de o erupție vulcanică.

Din Mediterana, *Albatros* a trecut în Atlantic, unde a sondat groapa Romanche (întretăierea ecuatorului cu meridianul 20° longitudine vestică) și a efectuat o serie de dragaje, aducînd la suprafață mai mulți pești fosforescenți de la adîncimea de 5 500 metri. La est de insula Porto-Rico (Antile) a fost efectuat un dragaj la adîncimea de 8 000 metri prin filarea unui cablu de 12 000 metri. Cu acest prilej s-au ridicat la suprafață 14 specii diferite de organisme vii.

Nava daneză *Galatheea* (numită astfel în memoria vasului *Galatheea* care a ocolit Pămîntul în 1845—1847) a făcut cercetări oceanografice între anii 1950—1952 în toate oceanele, înconjurînd globul. Misiunea principală a navei a fost să dragheze cele mai mari adîncimi întîlnite, cu ajutorul unor drage de 3 metri deschidere la gură. La 22 iulie 1952 a fost dragată groapa Filipinelor la o adîncime de 10 450 m, cu o dragă trasă la capătul unui cablu de 12 km și tîrîtă pe fund timp de 14 ore. La ridicare, draga a scos mîl și pietre, precum și 17 anemone, 61 holoturii, 4 moluște și un amfipod. Un pește numit Brassogigas a fost dragat mai tîrziu în groapa Java la 7 800 m împreună cu 3 000 holoturii și alte nevertebrate. În depresiunea Kermadec (Oceanul Pacific de sud) 14 dragări efectuate între 2 500 și 8 500 metri au scos la suprafață 16 specii diferite de animale și un mîl foarte bogat în bacterii. Expediția de pe nava *Galatheea* a mai cules și o moluscă considerată drept dispărută încă de acum 400 milioane de ani.

Reluînd tradiția marilor călătorii ale celebrei corăbii *Challenger*, nava engleză *Challenger II*, de 1 140 de tone, a avut ca temă principală în expediția întreprinsă în jurul lumii (1950—1952) stabilirea configurației fundului oceanic.

Nava a efectuat măsurători seismice în Oceanul Atlantic pentru a determina grosimea sedimentelor.

În Oceanul Pacific, la nord de insulele Hawai, s-a constatat că peste roca fundului există nu strat de sedimente gros de 500 de metri. În groapa Marianelor, nava a măsurat o adîncime de 10 899 metri. O probă de mîl ridicată la suprafață de la adîncimea de 10 500 metri conținea argilă roșiatică-brună amestecată cu radiolare diatomee și pulbere vulcanică. În Oceanul Indian, cercetările au dovedit că structura fundului este aproape identică cu aceea a Oceanului Pacific. La 5° sud de ecuator s-au descoperit pe fundul oceanului doi munți submarini ridicați cu 2 000 metri peste nivelul acestuia.

Trecînd prin Mediterana, în iulie 1952, nava *Challenger II* a găsit pe fundul mării, între Port Said și Cipru, sedimente groase de 300 metri.

Alte expediții de cercetări oceanografice s-au limitat să cerceteze numai unele oceane și mări sau doar părți din anumite oceane și mări. Redăm cîteva dintre cele mai cunoscute expediții care au intrat în istoria oceanografiei sub numele navei pe care au fost întreprinse :

nava americană *Blake* a cercetat golful Mexic și Atlanticul de nord în perioada anilor 1877—1889 ;

nava franceză *Travailleur* a cercetat golful Gasconiei și Atlanticul de est în perioada anilor 1880—1882 ;

nava italiană *Washington* a cercetat toată Marea Mediterană în anii 1881—1885 ;

nava italiană *Vittorio Pisani* a cercetat Oceanul Pacific în anii 1882—1885 ;

nava franceză *Romanche* a cercetat Oceanul Atlantic în perioada 1882—1883 ;

nava americană *Enterprise* a cercetat oceanele Atlantic și Indian în anii 1883—1886 ;

nava *Hirondelle I*, aparținînd Principatului Monaco, a cercetat Atlanticul și Mediterana în anii 1885—1888 ;

nava austro-ungară *Pola* a cercetat Mediterana și Marea Roșie în anii 1890—1896 ;

nava daneză *Ingolf* a cercetat Atlanticul de nord în anii 1895—1896 ;

Nave ale U.R.S.S. au executat, după cel de-al doilea război mondial, numeroase expediţii oceanografice. Printre ele se numără şi nava *Viteaz*. Ea a fost numită astfel în amintirea corvetei *Viteaz*, pe care am menţionat-o în paginile anterioare.

În anii 1949—1955, *Viteaz* a parcurs prin Pacificul de nord un drum de 150 000 mile marine, descoperind groapa Kurilelor, cu adîncimea de 10 382 de metri în punctul 44° nord şi 151° est. Din cercetările seismice a rezultat că grosimea sedimentelor la est de Kamciatka este de 600 metri. Fundul mării a fost fotografiat pînă la adîncimea de 3 000 metri. La nord-est de insulele Bonin, *Viteaz* a mai descoperit şi un munte submarin de 5 000 metri înălţime, ridicat de pe fundul plat pînă la 1 400 metri sub nivelul mării. De la 7 200 metri adîncime s-a pescuit un peşte de 24 cm lungime.

În groapa insulelor Mariane, nava *Viteaz* a măsurat adîncimea de 11 034 m, o adîncime care o întrece pe aceea de 10 899 găsită în 1951 de nava engleză *Challenger II* în aceeaşi regiune.

nava germană *Valdivia* a cercetat oceanele Atlantic şi Indian în anii 1898—1899 ;

nava americană *Albatros* a cercetat Oceanul Pacific în anii 1899—1900 ;

nava americană *Galilei* a cercetat Oceanul Pacific în perioada anilor 1905—1908 ;

nava daneză *Thor* a cercetat Marea Mediterană şi Oceanul Pacific în intervalul de timp 1908—1911 ;

nava germană *Planet* a cercetat Oceanul Pacific în anii 1911—1913 ;

nava *Hirondelle II*, aparţinînd Principatului Monaco, a cercetat Mediterana şi Atlanticul în anii 1911—1915 ;

nava spaniolă *Giralda* a cercetat Atlanticul şi Mediterana în intervalul de timp 1920—1921 ;

nava japoneză *Manayu* a cercetat Oceanul Pacific în anii 1924—1929 ;

nava germană *Meteor* a cercetat Atlanticul în perioada 1925—1927 ;

nava americană *Atlantis* a cercetat Atlanticul în perioada anilor 1931—1932 ;

nava americană *Catalyst* a cercetat Oceanul Pacific în anii 1932—1936 ;

nava egipteană *Mabahiss* a cercetat Oceanul Indian în anii 1933—1934.

În 1962 nava *Viteaz* a întreprins cea de-a 35-a expediţie oceanografică (de astă dată cea de a doua în Oceanul Indian), la care a luat parte ca invitat, printre alţi invitaţi străini, şi savantul academician Eugen Pora. Nava a parcurs în această expediţie 25 000 de mile marine, cu scopul de a cerceta îndeosebi partea de est, sud-est şi cea centrală a oceanului.

Prin dragare s-a stabilit că fundul oceanului conţine concreţii feromagnetice, avînd 12 cm diametru, cu circa 15% metale (fier, mangan, nichel, cobalt etc.). Tot în timpul acestei călătorii s-au făcut mai multe fotografii pe fundul oceanului din care una la adîncimea de 2 970 metri, în care se vede urma unui animal monstruos, necunoscut încă de ştiinţă.

Importante expediţii oceanografice au întreprins în ultimele decenii şi vase de marină ale S.U.A. Majoritatea lor însă au rămas secrete. Din datele care au fost publicate se cunosc unele dintre rezultatele cercetărilor efectuate de vasele *Atlantis*, *Caryn* şi *Horizon*. Nava *Atlantis* a cercetat în 1954 groapa depresiunii situată la nord de Porto-Rico (9 210 m — cea mai mare adîncime din Atlantic). Cu acest prilej s-a constatat că alunecările de teren din vecinătate sînt cauza producerii de mari valuri pe coastele insulelor Porto-Rico şi Barbados (Antile), valuri a căror origine era înainte necunoscută.

În aceeaşi epocă o flotilă de şapte nave, întreprinzînd măsurători ale Gulfstreamului (Golfstrom), a găsit că între capul Hatteras şi bancurile de la Terra-Nova viteza curentului merge de la 4—5 mile, pe lărgimi cuprinse între 10 şi 14 mile.

Nava *Caryn* a făcut în anul 1952 fotografii submarine în Atlantic, obţinînd clişee pe funduri de la mai multe mii de metri adîncime. În 1954 aceeaşi navă a executat ridicări topografice submarine în vederea construirii în largul coastelor Statelor Unite a unor insule artificiale.

Nava *Horizon* a efectuat la rîndul său o explorare prin scufundări autonome pe locul unde s-a aflat insula Falcon din arhipelagul Tonga din Oceanul Pacific (aici în anul 1936 era un vulcan activ, de 70 m înălţime, iar în 1954 locul era complet scufundat şi acoperit de corali).

În 1957 și 1958 două nave americane au cercetat temperatura și salinitatea apelor și oxigenul dizolvat în apele Oceanului Atlantic între latitudinile de 48° N și 32° S, comparînd rezultatele cu cele obținute de nava germană *Meteor* în 1925—1927. Măsurătorile au dovedit pe deplin că schimburile de ape între marile adîncimi ale Atlanticului sînt destul de lente.

În lunile octombrie și noiembrie ale anului 1965, nava oceanografică americană *Anton Brun*, cu un deplasament de 1 500 tone, prevăzută cu diferite aparate și dispozitive de sondare, dragare și fotografiere submarină, avînd printre oamenii de știință din echipaj — americani, vestgermani, canadieni și peruvieni — și pe dr. Mihai Băcescu, membru corespondent al Academiei Republicii Socialiste România, directorul muzeului „Grigore Antipa" din București, a întreprins o croazieră de 40 de zile în apele Oceanului Pacific, de-a lungul țărmurilor Ecuadorului și Perului, în vederea studierii însușirilor fizico-chimice ale apelor și a faunei de la fundul „groapei" peruviene din depresiunea oceanică Chile-Peru, adîncă de 5 000—6 000 m. Regiunea este străbătută de curentul rece al lui Humboldt, venit din direcția sud-vestică a oceanului și care produce o răcire a apei la temperatura de 16—19° C în plină zonă tropicală (la aceeași latitudine, în largul oceanului, temperatura apei este de 28—30° C).

La scăzuta temperatură a acestor ape contribuie și ridicarea la suprafață a straturilor reci de apă de la adîncime, sub influența alizeului de sud-est.

Expedițiile oceanografice engleze de după cel de-al doilea război mondial au fost întreprinse în mare parte în colaborare cu nave americane.

Expediția științifică de pe nava *Discovery II*, care a cercetat sedimentele de pe fundul Oceanului Indian în anul 1951, a executat mai multe sondaje în Marea Mediterană și în 1952 a studiat influența vînturilor asupra curenților marini în Oceanul Atlantic.

În afară de expediția *Galatheea*, întreprinsă în jurul lumii, marina daneză a organizat aproape în fiecare an croaziere îndelungate în Marea Nordului și în regiunile Groenlandei, folosind nava oceanografică *Dana*.

Cercetătorii norvegieni s-au limitat în eforturile lor să studieze apele din jurul țărmurilor țării lor și cele ale Oceanului Arctic. O excepție constituie expediția întreprinsă în anul 1947 de etnograful Thor Heyerdahl. Împreună cu 6 însoțitori, el a plutit în derivă prin Oceanul Pacific pe o distanță de 7 000 kilometri. Temerarii exploratori au plecat de pe țărmul peruvian, îmbarcați la bordul unei plute construite din bîrne de balsa. Expediția s-a făcut cunoscută sub numele Kon-Tiki. Scopul acestei întreprinderi a fost verificarea ipotezei după care primii locuitori ai Polineziei s-au servit de ambarcații asemănătoare și au urmat același drum, din America de Sud, navigînd spre Polinezia sub acțiunea vîntului și a curenților.

Începînd din anul 1949, pe traseul liniilor aeriene staționează în permanență nave americane, engleze, franceze și norvegiene. Acestea au însărcinarea de a comunica avioanelor diferite date meteorologice. Aceste nave folosesc în același timp perioadele de staționare și pentru cercetări oceanografice.

În luna martie 1966, nava oceanografică engleză *Discovery II*, întreprinzînd cercetări oceanografice în Marea Roșie, a descoperit la adîncimea de 2 000 de metri un curent de apă caldă cu temperatura medie de 40° C (temperatura Mării Roșii, începînd de la 300 m, este staționară la 22° C). Apariția acestui curent este determinată de numeroase fisuri de pe fundul mării prin care se propagă spre exterior căldura Pămîntului. După cum s-a constatat fenomenul reprezintă și o indicație asupra mișcărilor tectonice din adîncimi.

Cercetările oceanografice franceze, deși nu au fost atît de importante ca ale celorlalte națiuni maritime, totuși nu au fost neglijabile. Printre altele este de semnalat activitatea navei *Calypso*, armată în permanență din anul 1950. Aceasta a întreprins numeroase croaziere în Marea Roșie, golful Persic și Oceanul Indian, cu care prilej s-au realizat foarte reușite fotografii submarine și filme în culori. Cercetări importante au fost întreprinse în Marea Mediterană și Oceanul Atlantic în anii 1956 și 1957, dintre care unele, deasupra gropii Romanche, pentru a realiza

fotografii submarine la foarte mare adîncime, precum și studii asupra procesului schimburilor de apă între Mediterana și Atlantic. În luna septembrie a anului 1961, într-o croazieră de zece zile în Mediterana, cu instrumente speciale la bord, de pe nava *Calypso*, s-a măsurat cu precizie gradul de radioactivitate al apei de mare.

Către mijlocul secolului al XIX-lea aparatele folosite de scafandri au început să fie perfecționate, pentru a putea servi la întrebuințarea lor în scopuri oceanografice. Legarea aparatului de scafandru de pompa de aer de la suprafață printr-un tub flexibil de cauciuc nu putea să dea un impuls cercetărilor oceanografice, care au nevoie de o deplasare „liberă" pe fundul mării. Numai un scafandru autonom poate să îndeplinească un asemenea rol.

Meritul de a-l fi realizat îi aparține francezului Cousteau. Acesta a adus diferite modificări scafandrului autonom realizat de Le Prieur încă din anul 1926. După cîțiva ani de încercări, noul scafandru a ajuns să poată fi folosit cu ușurință pînă la adîncimi de 40 și 50 de metri (în condiții excepționale chiar și pînă la 100 de metri) pentru explorarea fundului litoral. Serviciile acestui scafandru autonom sînt excelente pentru studiul fundului mării prin observare directă.

Cu ajutorul scafandrului autonom s-au putut descoperi pe fundul Mării Mediterane vestigii ale naufragiilor și „urme" ale luptelor navale desfășurate în antichitate în apele mai puțin adînci. Pe țărmul de răsărit al Tunisiei, în lungul localității Mahdia, s-a descoperit la adîncimea de 40 de metri un vas cu pînze încărcat cu statui de marmură și de bronz, sute de amfore și diferite alte obiecte. Acest veritabil cargobot antic, deplasînd circa 400 de tone, lung de circa 40 de metri și lat de 12 metri, a naufragiat în jurul anului 80 î.e.n.

În largul mării, nu departe de Atena, scafandrii autonomi au descoperit în vara anului 1961, pe fundul mării, două galere romane acoperite în parte cu nisip și încărcate cu opere de artă.

În apropiere de Biarritz, pe țărmul atlantic al Franței, scafandrii autonomi au descoperit resturile unui număr de 13 vase spaniole cu pînze, scufundate în anul 1613 într-o luptă dată cu o flotă franceză.

Imersiunea scafandrului autonom, chiar pînă la 100 de metri, pune însă probleme greu de rezolvat mai ales în ceea ce privește șederea și activitatea îndelungată a acestuia, dusă în condiții variate și revenirea lui la suprafață, cînd trebuie readus la presiunea normală.

Pornind de la aceste necesități, s-a ajuns la construirea unei încăperi submarine, în care scafandrul trăiește și lucrează la presiune constantă și din care poate să iasă pentru a-și continua activitatea sub apă.

Procedînd în acest fel, specialistul francez Cousteau a realizat cea dintîi experiență cu doi oameni care au trăit timp de o săptămînă într-o cameră cilindrică la adîncimea de 10 metri și din care coborau uneori pînă la 25 metri adîncime. În anul 1963, Cousteau a repetat experiența sa, de astă dată nu în Marea Mediterană, ci în Marea Roșie, cu un echipaj de cinci oameni.

În luna septembrie a anului 1965 „casa de sub mare" a lui Cousteau, o sferă cu un diametru de 5,70 m, în fapt un ansamblu plutitor greu de 60 de tone, a ancorat în largul capului Ferrat din Marea Mediterană cu un lest de 70 de tone fier, la o adîncime de 100 metri; ea era locuită de șase oceanonauți. Aici echipajul a stat timp de patru săptămîni. În tot acest timp oceanonauții au „montat" pe fundul mării un cap de puț de petrol de 4 tone, ceea ce prefigurează forajul submarin viitor. Înainte de a ieși la suprafață, exploratorii adîncurilor mării au stat timp de trei zile în stare de „decompresiune" pentru a reveni treptat la presiunea normală de o atmosferă.

Această experiență a însemnat un pas hotărîtor pentru explorarea mării și mai ales pentru adaptarea omului la viața submarină.

Între timp a apărut și a început să se perfecționeze batiscaful, aparat de scufundare construit special pentru cercetarea fundului mării, la adîncimi foarte mari.

În anul 1947, cunoscutul savant elvețian Piccard a construit un aparat constînd dintr-o sferă de oțel și nichel atîrnată de un flotor de un diametru de 2 metri, avînd grosimea pereților de 9 centimetri. Întregul aparat avea greutatea de 20 de tone. Acest aparat de scufundare a fost numit *batiscaf*. După mai multe încercări și ameliorări,

batiscaful a reușit să coboare, purtînd două persoane în interiorul sferei, pînă la adîncimea de 4 050 metri, în largul portului Dakar (Republica Senegal). La această adîncime au fost văzute pe fundul oceanului crevete mari, crabi și alte animale marine. Cu acest prilej s-au observat și curenți submarini destul de puternici, fapt care contrazicea părerea anterioară după care apa mării la marile adîncimi ar fi dacă nu imobilă cel puțin aflată într-o derivă foarte lentă.

Batiscaful francez *Arhimede*, coborînd în anul 1958 în largul portului Tokio, a lămurit o anomalie a ecourilor ultrasonore. La adîncimea de cca 2 800 metri acestea se repercutau lovindu-se de obstacole neidentificate. În cele din urmă s-a constatat că e vorba de straturi de apă cu temperaturi diferite și de stînci înalte, care se ridică abrupt din fundul oceanului. În luna iulie a anului 1962 acest batiscaf a coborît la adîncimea de 9 400 metri în regiunea depresiunii insulelor Kurile.

Batiscaful american *Trieste* a realizat o scufundare la adîncimea de 11 000 metri în „groapa" de lîngă insulele Mariane. La data de 22 iunie 1960, intrată în analele oceanografiei, batiscaful sub comanda lui Jacques Piccard a atins adîncimea de 11 000 de metri.

Ulterior, în anul 1964, Piccard a construit un *mezoscaf* de 160 tone. Acesta este o ambarcație intermediară între batiscaf — stăpînul abisurilor submarine — de o parte și submarinul obișnuit pe de altă parte, care evoluează aproape de suprafață. Mezoscaful este calculat pentru a atinge adîncimea de 1 500 metri și este destinat să facă doar excursii sub apă în lacul Leman din Elveția, lac care are adîncimea cea mai mare de 304 metri. Aventura, temerară pentru marele public, era rezervată pînă acum marinarilor specialiști și savanților. Mezoscaful va permite oricărui amator scufundări în lacul Leman executate cu viteza de 5 noduri pe oră.

Tot recent, în analele oceanografiei s-a înregistrat realizarea unui batiscaf francez cu un diametru de 6 metri, care a stat scufundat pe fundul Mării Mediterane între Corsica și țărmul francez la adîncime de 100 metri; în acest timp membrii echipajului au făcut cerce-

țări, experimentînd capacitatea de muncă a omului în decursul unor șederi prelungite în adîncurile marine.

Marina americană posedă, începînd din anul 1963, un *microsubmarin* de 4,40 m lungime, cu o rază de acțiune de 32 km și cu 12 hublouri de chioșc, adaptat pentru studiul vieții animalelor marine la diferite adîncimi mijlocii.

Aluminantul, la rîndul său, este un gen de submarin francez, care poate coborî pînă la adîncimea de 5 000 de metri, fiind înzestrat cu mîini-robot și cu un dispozitiv fotografic special, destinat explorării fundului submarin.

În luna iunie 1967 a fost inaugurat la Marsilia în Franța, *telescaful,* teleferic submarin, funcționînd cu cabine etanșe cu geamuri panoramice. El transportă 24 de persoane, pe un traseu submarin lung de 400 de metri, marcînd începutul turismului subacvatic.

Pînă nu de mult rolul de nave oceanografice era îndeplinit de nave militare, de comerț sau iahturi special amenajate, cu toate că ele nu corespundeau întru totul dezideratelor oceanografilor. Pentru a dispune însă de o navă specială rezervată scopurilor de cercetări oceanografice, Organizația Națiunilor Unite pentru educație, știință și cultură (U.N.E.S.C.O.) a întreprins o vastă consultare a specialiștilor în oceanografie în vederea construirii navei oceanografice ideale, pe care o va arma această organizație.

Statul francez dispune de o navă oceanografică, vasul *Jean Charcot,* destinată cercetărilor pe toate latitudinile, avînd în efectivul ei 29 de oceanografi, biologi și geofizicieni. Ea a fost inaugurată la 25 ianuarie 1966 în portul Brest și este prevăzută cu o platformă pentru decolarea și aterizarea unui elicopter.

În prezent, Uniunea Sovietică dispune de una dintre cele mai reușite nave oceanografice moderne. Este vorba de cunoscuta navă *Viteaz* lansată în anul 1949. Ea are un deplasament de 5 700 de tone și o stabilitate suficientă pentru ca să se poată lucra la bordul său, chiar pe o mare agitată de gradul 6. Pe această navă oamenii de știință pot lucra în 14 laboratoare speciale cu profil de hidrologie, hidrochimie, hidrooptică, meteorologie,

geologie, seismologie, hidrofizică, tehnică marină, radiochimie, bioluminescență, studiul planctonului, al bentonului, ihtiologie și fotografie specială.

Unele dintre aparatele de cercetare de care dispune această navă pot fi coborîte pînă la cele mai mari adîncimi, cu ajutorul a 12 vinciuri electrice montate pe puntea navei. Nava este înzestrată cu aparatura cea mai modernă pentru înregistrarea adîncimilor, stabilirea reliefului submarin, înregistrarea curenților marini la orice adîncime, studierea luminescenței și a radioactivității apei la diferite adîncimi. Nava posedă tuburi carotiere pentru luarea coloanelor de mîl din fundul mării, utilaj seismic pentru măsurarea grosimii sedimentelor de fund etc.

Tot navă oceanografică este considerată și nava nemagnetică sovietică *Zarea*[1]. Ea este o goeletă care a întreprins, în Anul Geofizic Internațional 1957—1959, cinci rute în Oceanul Indian și a traversat de șase ori Oceanul Atlantic, a măsurat încontinuu cîmpul magnetic al Pămîntului și a parcurs peste 100 000 kilometri. Deasupra marilor adîncimi ale Atlanticului nava a descoperit anomalii necunoscute mai înainte și care dovedesc particularitățile geologice ale structurii fundului oceanic din această regiune[2].

3. *Cercetări pe drumurile maritime din nord*

În Oceanul Arctic există două drumuri maritime: primul, numit și drumul maritim de nord-est, reprezintă calea cea mai scurtă pe la nordul Siberiei, între vestul

[1] Nava este construită din lemn, cu pînze, fără nici o piesă de fier (partea metalică este făcută din alamă); ea a ajutat participanții la A.G.I. să-și verifice aparatele de bord. Este singura navă de acest fel din lume.

[2] Recent în U.R.S.S. a fost lansată o nouă navă de cercetare științifică, cu un deplasament de 6 800 tone și o viteză de 18 noduri. Ea poartă numele savantului academician Kurceatov.

și estul Uniunii Sovietice, adică între Murmansk și Vladivostok. Al doilea este așa-numitul drum maritim de nord-vest. Acesta traversează ținutul arctic pe la nordul continentului american din Oceanul Atlantic în Oceanul Pacific.

Drumul de nord-est. Cucerirea drumului maritim de nord-est, prin apele Arcticei, reprezintă un mare succes al cercetătorilor geografi ruși și sovietici.

Țarul Ivan cel Groaznic și apoi Petru cel Mare au sprijinit rezolvarea problemei drumului maritim pe la nord-est, veche dorință a navigatorilor ruși de a realiza o nouă legătură între Rusia europeană și Extremul Orient rusesc (Murmansk—Vladivostok). Prin expedițiile întreprinse în anii 1826—1829, navigatorii ruși F. P. Litke (autorul lucrării „Cele patru călătorii în Oceanul Înghețat") și F. P. Vranghel au adus contribuții însemnate la descoperirea drumului maritim de nord.

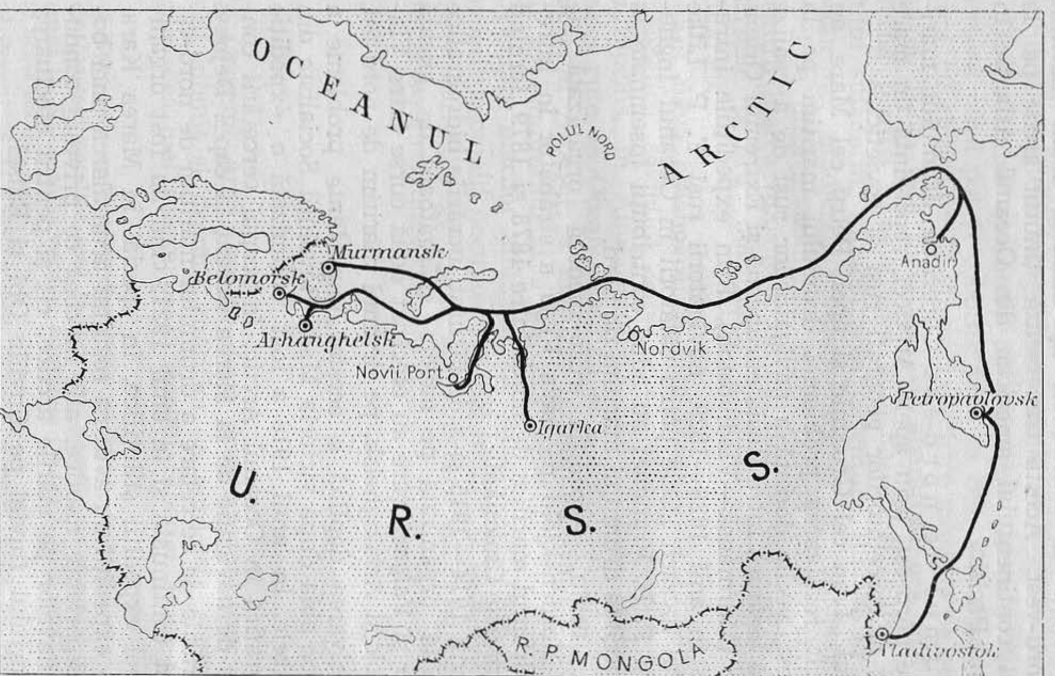
Mai tîrziu, expediția ruso-suedeză organizată de A. E. Nordenskjöld pe nava *Vega* a străbătut în întregime drumul maritim de nord, între 1878 și 1879, iernînd pe țărmurile Ciukotkăi.

În anii 1914—1915 și-a desfășurat lucrările hidrografice expediția organizată pe navele spărgătoare de gheață *Taimîr* și *Vaigaci*, care au efectuat două curse între Vladivostok și Arhanghelsk, pe drumul maritim de nord-est.

Rezolvarea deplină a acestei importante probleme a avut loc abia după victoria Marii Revoluții Socialiste din Octombrie. În anul 1918 a fost organizată o expediție hidrografică în Oceanul Arctic, în scopul cercetării condițiilor de navigație de la Marea Barenț la capul Dejnev.

Lucrările de cercetare a drumului maritim de nord-est au fost continuate și în anul 1921, cînd au fost organizate noi expediții științifice, în special în Marea Kara. Aceste expediții au avut ca rezultat acumularea unei bogate experiențe nautice, atît în ceea ce privește conducerea navelor pe mările arctice, cît și pentru efectuarea transportului fluvial pe fluviile Obi și Enisei.

În anul 1922 a fost înființat primul institut științific maritim din U.R.S.S., prevăzut cu secții de cercetare în



Drumul maritim de nord-est

domeniul hidrologiei, biologiei, meteorologiei și geologiei. Încă din anul 1923, vasul *Perseu*, aparținînd acestui institut, a efectuat prima sa expediție polară.

În anul 1923 a fost creată cea dintîi stațiune polară sovietică în regiunea Matocikin Șar, pe țărmul răsăritean al insulei Novaia Zemlea, iar un an mai tîrziu a început cercetarea sistematică a ghețarilor cu ajutorul avioanelor.

Înzestrarea expedițiilor polare cu cele mai moderne utilaje, entuziasmul și eroismul cercetătorilor sovietici n-au întîrziat să-și arate roadele : în anul 1932, spărgătorul de gheață *Sibireakov*, de sub comanda lui Schmidt, a efectuat prima călătorie fără escală (într-o singură perioadă de navigație a acoperit în 65 de zile drumul dintre Arhanghelsk și strîmtoarea Bering). În anul 1933 a fost efectuată o altă călătorie reușită pe drumul maritim de nord-est pe nava *Celiuskin*.

Cu un an mai tîrziu (1934), spărgătorul de gheață *Litke* a străbătut același drum, dar în sens invers, de la Vladivostok la Murmansk ; în anul 1938 un alt spărgător de gheață din flota U.R.S.S. a executat pentru prima dată în istorie, într-o aceeași perioadă de navigație — o vară — ambele drumuri, dus și întors. Astfel s-a demonstrat practic posibilitatea folosirii căii maritime nordice pe toată întinderea ei. Este de subliniat că cei 11 113 km dintre Murmansk și Vladivostok reprezintă aproape jumătate din lungimea rutei făcute prin Mediterana și Canalul de Suez. Trecînd numai prin apele mărilor sovietice, drumul nordic leagă între ele porturi situate la gura unor fluvii foarte mari (Obi, Enisei, Lena) sau a unor rîuri importante și prin care se poate pătrunde adînc în interiorul Uniunii Sovietice.

În vederea asigurării navigației din Oceanul Arctic, în U.R.S.S. a fost construit în anul 1959 și spărgătorul de gheață cu motor nuclear „*Lenin*". El a navigat prin această regiune timp de trei ani încontinuu fără a fi necesară realimentarea cu combustibil nuclear a celor trei reactoare atomice ale sale. În anul 1962, acest spărgător de gheață a dublat perioada de navigație la 5 luni în loc de 2 și jumătate pe an. În acest timp el a condus

prin gheţuri peste 90 de vase. Această experienţă va servi la crearea unei flote de spărgătoare de gheaţă pentru intensificarea traficului pe acest drum maritim.

În anii primelor cincinale sovietice au fost executate şi mari lucrări de amenajare a drumului maritim de nord-est, fiind construite porturi, baze de alimentare cu combustibil, baraje pentru protejarea ţărmurilor, precum şi noi tipuri de nave amenajate special pentru navigaţia printre gheţuri, înzestrate cu aparate ştiinţifice şi de măsurat de cea mai nouă concepţie.

Astăzi, navigaţia pe calea maritimă nordică se face în mod regulat.

Drumul de nord-vest. Problema realizării importantelor căi de navigaţie prin Arctica se pusese încă din secolul al XVIII-lea, dar n-a putut fi rezolvată de navigatorii de atunci (Davis, Hudson sau Baffin) din cauza condiţiilor tehnice de navigaţie din acea vreme. Ulterior navigatori englezi întreprind o serie de expediţii fructuoase : Pearry atinge insula Melville (1819—1820) ; Ross ajunge numai pînă la Marea Baffin (1829) ; Franklin înaintează şi mai mult spre nord-vest, dar fără să poată realiza trecerea din Atlantic în Pacific (1845) ; Mc Clure reuşeşte să realizeze trecerea de nord-vest, însă fără urmări practice (1849) ; norvegianul Roald Amundsen izbuteşte să treacă pe la nordul Canadei, în sens invers, prin strîmtoarea Bering, spre Labrador (din Pacific în Atlantic ; 1903—1906).

La începutul secolului al XX-lea (1903—1906) drumul maritim de nord-vest a fost cucerit. Înfăptuirea s-a datorat tot lui Amundsen, care pe vasul cu motor *Giva*, însoţit de 6 oameni, a parcurs drumul din Oceanul Atlantic în Oceanul Pacific, ocolind continentul american prin apele arctice.

În 1944 canadianul Henry Larsen a parcurs într-o singură campanie de navigaţie drumul maritim de nord-vest, după care au mai urmat alte expediţii — americane, daneze şi norvegiene — organizate şi înfăptuite în scopul punerii în exploatare a acestei noi căi de navigaţie.

4. *Cucerirea Polului Nord și cercetarea Arcticei*

Cuprinsă între cercul polar de nord și Polul septentrional al globului, Arctica are în limitele sale Oceanul Arctic, cu mările mărginașe : Barenț, Kara, Laptev, Marea Siberiei de răsărit, Mările Ciukotka, Beaufort, Baffin, Groenlandei și Norvegiei, precum și insulele : Arhipelagul Arctic Canadian, Groenlanda, Spitzbergen, Franz Joseph, Novaia Zemlea, Severnaia Zemlea, Novaia Sibiri și Vranghel.

Asaltul asupra ghețurilor de nord a început încă demult. El a luat naștere o dată cu ivirea ideii de a ajunge din Europa în China mergînd pe la nordul continentului american. Multe dintre încercările efectuate s-au terminat cu drame care au înscris în istoria descoperirilor geografice numele unor mari cutezători ca : John Davis, Henri Hudson, Baffin și alții.

Încercările de atingere a regiunii Polului Nord propriu-zis, unde nici nu se știa precis dacă este mare sau uscat, au început abia în a doua jumătate a secolului al XIX-lea, o dată cu perfecționarea mijloacelor de navigație prin mările polare.

În anul 1879 o expediție americană sub conducerea lui De Long s-a îndreptat spre nord pe vasul *Janette*. In 1881 vasul s-a scufundat, strivit de ghețuri ; echipajul s-a salvat cu greu. După trei ani, pe țărmurile de sud ale Groenlandei au fost găsite de eschimoși cîteva obiecte care au aparținut vasului *Janette*. Aceasta însă constituia un argument pentru existența unui curent marin care pornind din regiunea Siberiei de est transportă ghețurile spre Groenlanda.

Norvegianul Fridtjof Nansen, studiind fenomenul și condițiile catastrofei vasului *Janette*, trage concluziile necesare și inițiază construirea vasului *Fram*, dîndu-i forme speciale ca să reziste la compresiunea exercitată de sloiurile de gheață.

În anul 1893, Nansen a pornit cu vasul său, înzestrat cu alimente și aparate oceanografice, necesare unei campanii îndelungate printre ghețurile din nordul Norvegiei,

prin Marea Kara, de-a lungul coastei siberiene și, trecînd la vest de insulele Novosibirsk, a fost luat de curentul care traversează Oceanul Arctic.

De la 78° latitudine nordică și 133° longitudine estică, vasul a navigat în derivă prin gheţurile polare. Nansen, văzînd că după un an de navigaţie nu mai are şansa de a ajunge la pol, a debarcat de pe vas cu Johansen şi, pe sănii trase de cîini, s-a îndreptat spre Polul Nord, lăsînd ca echipajul de 12 oameni să continue drumul prin gheţuri. Nansen, totuși, nu a ajuns decît pînă în punctul cel mai nordic atins pînă atunci de oameni (86°14' latitudine nordică și 95° longitudine estică). În drumul de întoarcere spre insulele Franz Joseph, Nansen și Johansen au întîlnit pe cercetătorul polar Jackson, care i-a readus pe vasul său în Norvegia. După trei ani de plutire în derivă, *Fram*, trecînd pe la vest de insulele Spitzbergen, s-a întors și el în Norvegia, cu un bogat material oceanografic.

Cercetările întreprinse de Nansen au dus la preţioase rezultate ştiinţifice, dovedind că banchiza de gheaţă polară se deplasează în derivă de la strîmtoarea Bering spre Groenlanda, că adîncimea în partea centrală a Oceanului Arctic depășește valori de 4 000 metri. că în Oceanul Arctic pătrund, dinspre Groenlanda, curenţi de apă caldă, sărată şi că în medie gheţarii se deplasează cu o viteză de 50 de ori mai mică decît vînturile care îi împing.

Fridtjof Nansen a propus, încă din anul 1928, ca Arctica să fie studiată cu ajutorul unui campament situat pe gheaţă plutitoare. Tot lui îi aparţine ideea de transportare a oamenilor şi a echipamentului pe sloiul de gheaţă respectiv cu ajutorul dirijabilului. Nansen însă n-a trăit pînă la realizarea acestei idei.

Ulterior, suedezul S. A. André a întreprins o expediţie arctică cu balonul şi după ce a atins paralela 82° latitudine nord, a sfîrşit tragic în regiunea insulelor Franz Joseph. O altă călătorie rămasă celebră a fost întreprinsă de ducele de Abruzzi. Nava *Steaua Polară* a expediţiei italiene, condusă de Abruzzi, a fost prinsă de gheţuri ; membrii expediţiei au înaintat cu săniile cu 30 km mai la nord decît Nansen.

În anul 1909, Pearry a reușit să atingă 89°55'24" latitudine nordică și 139° longitudine estică, adică a ajuns în regiunea Polului Nord.

În anul 1925 s-a desfășurat expediția lui Amundsen, care a întreprins un zbor cu avionul din Arhipelagul Spitzbergen, fără să atingă Polul Nord. A urmat apoi zborul deasupra Polului Nord, întreprins de amiralul Byrd (1926) și expediția generalului Nobile cu dirijabilul *Italia* (1928). Cu toate aceste expediții însă, din punct de vedere științific, regiunea Polului Nord rămînea și pentru mai departe o „pată albă" pe harta globului.

Este de subliniat, în același timp, că pe măsură ce se studia drumul maritim de nord-est, partea centrală a Arcticei atrăgea din ce în ce mai mult atenția cercetătorilor sovietici. Aceștia ocupă locul de cinste în lupta pentru cucerirea Polului Nord în condiții climatice excepțional de grele.

După cea dintîi expediție, condusă de savantul sovietic O. I. Schmidt, îmbarcat pe spărgătorul de gheață *Sibireakov* (1932), la 25 mai 1937 a pornit în misiune de cercetare științifică o nouă expediție, formată de astă dată din 5 avioane speciale (O. I. Schmidt și I. Papanin) care au ajuns la 20 km de Polul Nord, la 89°29' latitudine nordică. Chiar în ziua aterizării expediției sovietice, a luat ființă pe ghețurile plutitoare Stațiunea științifică „Polul Nord 1". Această expediție științifică a înregistrat succese fără precedent, prin efectuarea a numeroase sondaje de adîncime. S-a înlăturat definitiv ideea că Arctica ar fi un continent. Tot cu acest prilej au fost efectuate cercetări asupra fundului Oceanului Arctic și a florei și faunei polare, studiindu-se și deplasarea în derivă a cîmpurilor de gheață.

Savanții și exploratorii sovietici ai regiunilor polare au adus o contribuție esențială și la studiul Mării Groenlandei. În anii 1932—1934, ei au navigat pe navele sovietice de cercetări oceanografice *Perseu* și *Knipovici*.

În anul 1935, în Marea Groenlandei și-a desfășurat lucrările marea expediție de pe vasul *Sadko*.

În anii 1937—1938, de-a lungul țărmurilor Groenlandei a plutit în derivă Stațiunea „Polul Nord 1". Grupul de

exploratori polari sovietici — Papanin, Șirșov, Krenkel și Feodorov — care a debarcat la Polul Nord a fost purtat de gheţuri pînă în Marea Groenlandei. Plutirea pe gheață a durat 274 zile și nopți, străbătîndu-se în acest timp circa 2 500 km. Istoria expedițiilor polare nu mai cunoscuse o faptă eroică asemănătoare. Cu acest prilej s-a efectuat, pentru prima oară, o explorare sistematică și completă a Mării Groenlandei. Pînă atunci, partea ei de nord nu fusese cercetată aproape de loc.

Între anii 1937 și 1940 s-a organizat expediția sovietică de pe spărgătorul de gheață *Sedov*. Oamenii de știință care au luat parte la această călătorie au constatat că în Arctica a început un proces de încălzire a climei, în urma căruia se reduce volumul gheţurilor. Între anii 1920 și 1940, unele insule de gheață s-au topit, iar altele s-au rupt în bucăți sau chiar au dispărut (insulele Semeonovsk și Vasilievsk). Marea Kara, denumită „luciul de gheață", este astăzi aproape curățată de gheață. Între alte cauze, s-a dovedit că deriva Oceanului Atlantic (Gulfstream-ul) exercită o influență binefăcătoare asupra climei Arcticei.

În anul 1937, aviatorii sovietici Cikalov, Baidukov și Beleakov au zburat peste Polul Nord, fără escală, acoperind distanța de 8 600 km dintre U.R.S.S. și Statele Unite în 60 de ore. În același an s-a organizat cu succes un al doilea raid aviatic polar sovietic, efectuat pe o distanță de 10 000 km, fără escală, de aviatorii Gromov, Jumacev și Danilin.

Lucrările de cercetare a oceanului Arctic au continuat și în anii celui de-al doilea război mondial. După război studiile au fost intensificate și lărgite prin noi cercetări oceanografice, folosind stațiunile în derivă sau explorările din avion în paralel cu expedițiile maritime științifice care se efectuează de către nave special construite. De fiecare dată cînd se organizează asemenea expediții, se culeg probe de fund, se fac sondaje de adîncime, se determină variația temperaturii și salinității apei în diferitele straturi cercetate, se stabilește compoziția chimică a apei la diferite adîncimi, se studiază starea fizică și compoziția chimică a gheţurilor, precum și deriva ghe-

țarilor plutitori, se măsoară curenții de suprafață, se recoltează probe de plancton, se determină intensitatea radiației solare și schimbul de căldură dintre ocean și atmosferă, se fac sondaje meteorologice etc. Aceste măsurători oceanografice prezintă o deosebită importanță științifică și economică.

La 2 aprilie 1950 a luat ființă la nord de Alaska Stațiunea științifică sovietică „Polul Nord 2", care a parcurs în derivă, printre ghețuri, o distanță de peste 2 000 km. Ca rezultat al expedițiilor anterioare, la 9 aprilie 1954, s-a instalat în centrul Arcticei, Stațiunea științifică „Polul nord 3" (86° latitudine N și 175° 45' longitudine V), iar la 6 aprilie 1955, o altă stațiune, „Polul Nord 4" (75°48' latitudine N și 178°25' longitudine V), care au cercetat probleme de oceanografie, de meteorologie de climatologie, de glaciologie etc.

În ultimii ani au fost organizate și alte expediții sovietice, care au instalat stațiunile științifice „Polul Nord 5" la 20 aprilie 1955 (82°4' latitudine N și 107° longitudine V), „Polul Nord 6" la 26 aprilie 1956 (74°24' latitudine N și 177°3' longitudine V), urmată de „Polul Nord 7". În toamna anului 1961 spărgătorul de gheață cu motoare atomice *Lenin* a debarcat pe o banchiză în derivă din Marea Siberiei de Răsărit Stațiunea științifică „Polul Nord 10" ; la înapoiere spre insula Severnaia Zemlea au fost debarcate 15 stații radiometeorologice automate în derivă.

În 1964 a lucrat în derivă Stațiunea „Polul Nord 14". Pe lîngă cercetătorii polari sovietici au lucrat și cercetători americani, înființînd două stațiuni în derivă : „Alfa" și „Bravo". Participanții la deriva pe Stațiunea „Alfa" au comunicat că stațiunea lor trece deasupra unui lanț, muntos, a cărui lungime și lățime nu s-au putut însă stabili ; era evident că fusese descoperit sub gheață un lanț muntos submarin. Acesta merge paralel cu lanțul Lomonosov, descoperit anterior de cercetătorii sovietici.

La finele anului 1947 submarinul englez *Ambush* a făcut observații și cercetări în Oceanul Arctic, unde a stat în imersiune sub banchiza de gheață, timp de mai bine de o lună de zile. Ulterior, în anul 1955, nava *Litke* a

descoperit cea mai mare adîncime din Oceanul Arctic măsurînd 5 449 m în punctul 83°21' N și 53°11' E.

Stațiunile științifice în derivă au fost echipate cu cele mai noi aparate științifice. Munca hidrologilor s-a desfășurat în condiții grele. Ei au trebuit să stea pe geruri cumplite deasupra copcii făcute în gheață, ca să înregistreze curenții, să dragheze fundul oceanului la adîncimi de peste 4 000 m, să coboare în apă sub gheață în costume de scafandru ca să facă observații asupra luminozității gheții și diferite alte măsurători de temperatură, salinitate etc.

5. *Cucerirea Polului Sud și cercetarea Antarcticei*

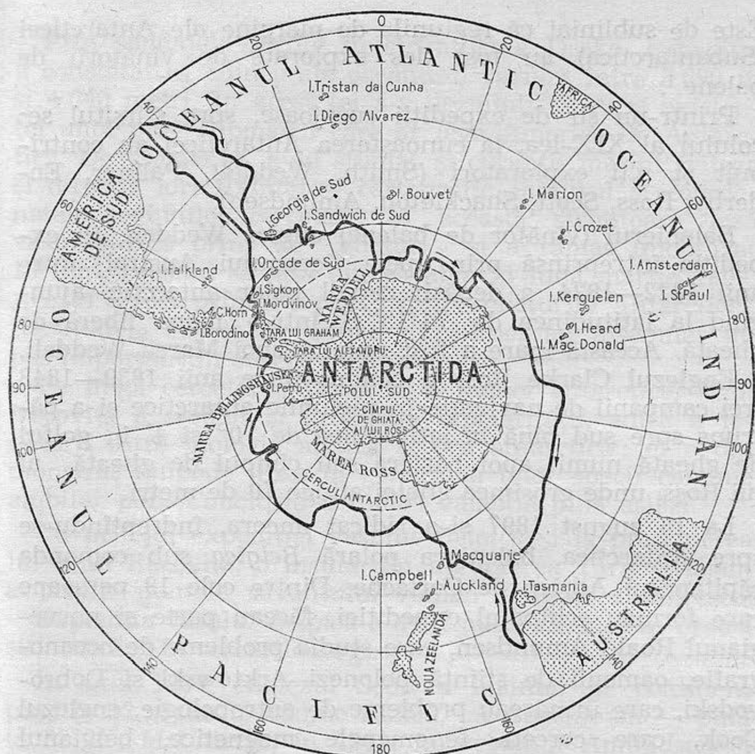
În contrast cu regiunile polare nordice, în regiunile polare din sud cercetările geografice au fost mai puțin intense, pentru ca la începutul secolului al XX-lea ele să devină din ce în ce mai accentuate și să se extindă și în domeniul oceanografiei.

Primul navigator care a căutat continentul de la Polul Sud, continent despre care vorbise Ptolomeu în geografia sa, dar pe care îl „descoperise" din intuiție, ca contragreutate de echilibru „așezată acolo" ca să nu se „răstoarne" lumea aflată în partea septentrională, a fost navigatorul englez James Cook. După ce a încercat în zadar, în 1775, să pătrundă prin banchiza din jurul continentului, Cook a descris destul de sumbru acele locuri, pentru ca la urmă să conchidă : „Continentul există, dar mai bine să uităm de el".

În fapt, adevărata descoperire a celui de al șaselea continent — Antarctida [1] — se datorește navigatorilor ruși Faddei Bellingshausen și Mihail Lazarev și a fost realizată între anii 1819 și 1821.

După o călătorie pe corvetele *Vostok* și *Mirnîi* care a durat 751 zile, timp în care a fost parcurs un drum

[1] Continentul propriu-zis, fără insulele și mările înconjurătoare, se numește Antarctida. Dacă se adaugă cele trei prelungiri ale oceanelor Pacific, Atlantic și Indian, cu insulele din jurul Antarctidei se definește zona antarctică.



Antarctida

de 50 000 mile [1], navigatorii ruși au ajuns pentru prima dată în apropierea Antarcticei și au văzut țărmul acestui continent. În afară de conturul Antarctidei, Bellingshausen și Lazarev au trecut pe hartă și au descris încă 29 de insule, consemnînd date oceanografice referitoare la temperatura, transparența, culoarea și greutatea specifică a apei la diferite adîncimi. Ei au denumit regiunea marină de la vest de strîmtoarea Drake Marea Bellingshausen.

[1] O milă marină = 1 852 m.

Este de subliniat că regiunile de margine ale Antarcticei (Subantarctica) au fost des explorate de vînătorii de balene [1].

Printr-un șir de expediții curajoase, spre sfîrșitul secolului al XIX-lea, la cunoașterea Antarcticei au contribuit și alți exploratori (Smith, Weddell, Palmer, Enderby, Ross, Scott, Shackleton, Amundsen).

Balenierul (vînător de balene) englez Weddell, în expediția întreprinsă prin apele Oceanului Austral, între anii 1822—1824, a depășit cercul polar antarctic, ajungînd la latitudinea de 74°15' S într-o mare liberă de gheață. Această mare a fost numită apoi Marea Weddell.

Englezul Clarke Ross a condus între anii 1839—1843 trei campanii de navigație în regiunile antarctice și a pătruns spre sud pînă la latitudinea de 70° și 4' în golful de gheață numit apoi bariera sau cîmpul de gheață al lui Ross, unde grosimea gheței atinge 70 de metri.

La 18 august 1897 și-a ridicat ancora, îndreptîndu-se spre Antarctica, baleniera polară *Belgica* sub comanda căpitanului Adrien de Cerlache. Dintre cele 19 persoane care formau echipajul expediției, făceau parte și norvegianul Roald Amundsen, care studia probleme de oceanografie, oamenii de știință polonezi Arktowski și Dobrovodski, care urmăreau probleme de antropologie, englezul Cook, care cerceta fenomenele magnetice, belgianul E. Danco și tînărul savant român Emil Racoviță, care studia flora și fauna oceanică. Expediția de pe *Belgica* fusese echipată cu toată aparatura științifică pentru cercetări oceanografice, biologice, meteorologice și geologice. Emil Racoviță a lucrat cu multă pasiune în laboratorul de biologie al acestui vas.

[1] În anul 1929 s-au descoperit în arhivele palatului Topkapu din Istanbul hărți geografice întocmite de amiralul otoman Piri Reis în anii 1513—1528, care prezintă cele două Americi și Antarctida cu o precizie uimitoare. Controlate de unele birouri hidrografice, s-au găsit exacte distanțele între vechiul și noul continent, detaliile coastelor, amplasamentul insulelor Azore, Madera și Canare, precum și unele date despre Antarctida. Explicația surprinzătoarei precizii din aceste hărți nu a fost dată pînă în prezent într-un mod satisfăcător. De altfel, ele mai sînt în discuția istoricilor geografiei.

Prin sondajele făcute în strîmtoarea Drake, expediţia a constatat că adîncimile oceanului variază între 3 690 m şi 4 040 metri. În acest fel s-a dezminţit ipoteza existenţei unui prag submarin care ar lega America de Antarctica. De asemenea, s-au studiat şi curenţii marini (viteza şi direcţia lor) fixîndu-se cartografic conturul şi coordonatele regiunilor cercetate. În această strîmtoare însă vasul a fost prins de gheţuri şi a rămas imobilizat 13 luni, reuşind să iasă din ea abia în luna martie 1899. Acesta a fost primul iernat printre gheţurile Antarcticei. Rezultatele culese în timpul expediţiei au însemnat un pas important în cucerirea Antarcticei.

Pe lîngă cercetarea florei şi a faunei antarctice, Emil Racoviţă a studiat şi problema bipolarităţii, adică a legăturii între biologia arctică şi cea antarctică; el a demonstrat limpede lipsa în general a unor specii comune ambilor poli. Concluzia a rămas valabilă pînă astăzi.

Cu prilejul expediţiei vasului *Belgica* şi la propunerea lui Emil Racoviţă, o insulă din apropierea Ţării Graham a primit numele savantului român Grigore Cobîlcescu.

Expediţia vasului *Belgica* a avut mare răsunet în lumea ştiinţifică şi în cercurile largi.

În anul 1904, englezul Scott a înaintat pe continent pînă la 82 grade latitudine sudică, iar Shackleton — pînă la 88°30'. Mai tîrziu, în 1911, norvegianul Amundsen şi englezul Scott au reînceput cucerirea Polului Sud. Scott a atins Polul Sud cu 33 zile mai tîrziu decît Amundsen şi şi-a găsit moartea în această expediţie.

Pînă acum vreo trei decenii aceste regiuni ucigătoare şi aproape de nepătruns interziceau cu asprime accesul, prin pericolele care rezultau din cauza frigului şi a distanţei de zonele locuite ale pămîntului. Astăzi se pot atinge toate regiunile Antarcticei cu mijloacele cele mai moderne care stau la dispoziţia omului.

Începînd din anul 1928, avionul şi-a făcut apariţia şi pe cerul Antarcticei, o dată cu zborurile exploratorului Wilkins. Acesta însă nu a ajuns deasupra Polului Sud. Amiralul american Richard Byrd a fost primul om care a privit din avionul său, în anul 1929, „pe verticală" Polul Sud. În 1933—1935, Byrd a întreprins a doua ex-

pediție în regiunea antarctică, de astă dată avînd la bordul navei avioane, tractoare speciale și tot materialul necesar pentru observații meteorologice și cercetări oceanografice.

În fine, spre sfîrșitul anului 1946, o nouă mare expediție americană, tot sub conducerea amiralului Byrd, s-a îndreptat spre regiunile antarctice, întrunind 4 000 de oameni, printre care și numeroși oameni de știință. Expediția avea la dispoziție un spărgător de gheață, cargoboturi, portavioane, nave de transport și de aprovizionare, un submarin, mijloace amfibii de transport, avioane, hidroavioane și elicoptere. Avioanele erau înzestrate cu aparate radar pentru descoperirea aisbergurilor, iar scafandrii plasau explozibili sub banchizele care împiedicau trecerea navelor.

Doi ani mai tîrziu, în 1948, o expediție antarctică franceză îmbarcată pe nava *Charcot*, prevăzută și ea cu mijloace moderne, a ajuns pe țărmurile regiunii Adélie, descoperită tot de francezi în 1840.

Încă din anul 1947, cercetătorii sovietici și-au reluat și ei drumul spre Polul Sud, atît prin flotila pentru vînătoarea de balene cît și prin expediții științifice. Astfel, la 30 noiembrie 1955 s-a îndreptat către Antarctica o expediție științifică sovietică, îmbarcată pe navele *Obi*, *Mirnîi* și *Lena*. Navele erau utilate cu aparatură modernă de navigație și de cercetare. Comandant al grupului expediționar a fost Mihail Somov, erou al Uniunii Sovietice, care în 1950—1951 a condus lucrările științifice la stațiunea în derivă „Polul Nord 2".

Specialiștii sovietici au construit în Antarctida orășelul „Mirnîi", din care s-au dezvoltat apoi stațiunile de observare științifică „Pionerskaia", „Vostok 1" [1], „Oazis", „Sovietskaia" și „Komsomolskaia".

[1] La 24 august 1960, în stațiunea „Vostok 1", s-a înregistrat cea mai scăzută temperatură a aerului de la suprafața globului pămîntesc (—88,3° C), iar mai tîrziu expediția americană a înregistrat temperatura de 92,7° C sub 0. Potrivit unui comunicat al Institutului polar din Norvegia, temperatura minimă la Polul Sud a atins în cursul iernii australe 1965/1966 —94,5° C, cea mai scăzută temperatură înregistrată vreodată pe glob.

În aceste stațiuni s-au întreprins importante cercetări științifice asupra magnetismului pămîntesc, asupra încărcării electrice a atmosferei terestre, precum și studii de seismologie, de meteorologie și de glaciologie.

Cu prilejul unei expediții întreprinse pe sănii tractate, exploratorul A. Treșnikov, erou al muncii, după o călătorie de 69 de zile, a ajuns la polul geomagnetic.

Așa cum remarca academicianul sovietic D. Șcerbakov, expediția sovietică din Antarctica nu a lucrat izolat, ea a stabilit contacte continue cu expedițiile S.U.A., Australiei, Franței și ale altor țări. „Mirnîi“ este vizitat adeseori de savanți americani și australieni. Între expediția sovietică și cea americană s-a practicat schimbul de specialiști. Lucrările acestor expediții au constituit un model de colaborare internațională utilă între savanți.

Datorită eforturilor depuse de delegații Uniunii Sovietice, la 20 octombrie 1959, în cadrul Conferinței Internaționale pentru Antarctica, ținută la Washington, s-a căzut la un acord general, privitor la folosirea acestui continent exclusiv în scopuri pașnice, legate mai ales de cercetări științifice.

6. *Din istoricul cercetării Mării Negre*

În România a fost organizată, în anul 1893, o primă expediție științifică pe Marea Neagră, pe un crucișător al Marinei Militare Române. Expediția a durat 9 luni și a avut asigurată o competentă conducere științifică în persoana savantului biolog dr. Gr. Antipa, care, împreună cu profesorul I. Borcea, a făcut primele cercetări din domeniul ihtiologiei Mării Negre.

Ulterior, după începutul secolului nostru, o serie de cercetători români, ca : Gr. Antipa, Ion Borcea, C. Brătescu, Th. Bușniță, N. Gavrilescu și Popovici, au întreprins importante studii și observații geologice, geomorfologice, biogeografice, hidrochimice etc. privitoare la Marea Neagră.

În anii 1901 și 1902, o echipă de ofițeri de marină români, sub conducerea comandorului Alexandru Cătuneanu,

a executat lucrări hidrografice, atît pe litoral cît și pe platoul continental al țărmului românesc, întocmind cea dintîi hartă marină de navigație românească, foarte necesară navigatorilor în această regiune.

În 1930 s-a înființat un serviciu hidrografic al Marinei Militare Române cu sediul la Constanța, care a întreprins o serie de sondaje, măsurători de curenți și alte lucrări hidrografice, sub conducerea comandorului Alexandru Stoianovici și apoi a lui E. Grecescu. Rezultatele cercetărilor au fost publicate în revistele Marinei militare. Ulterior, R. Ciocîrdel a executat lucrări hidrografice de adîncime și măsurări de curenți, în regiunea gurilor Dunării, cercetări legate îndeosebi de asigurarea condițiilor de navigație pe canalul Sulina.

În anii puterii populare a fost stabilit un intens program de studii și de cercetări privitoare la Marea Neagră. În prezent în stațiunile de cercetări marine de la Agigea și de la Constanța — înființate încă cu mulți ani în urmă de savanții români Gr. Antipa și Ion Borcea și înzestrate cu tot materialul modern pentru cercetări oceanografice — lucrează colective de cercetători hidrologi, biologi, oceanografi sub conducerea profesorilor N. Gavrilescu și N. Ionescu. Lucrările oamenilor de știință din aceste colective, printre care se numără Gh. Șerpoianu, V. Chirilă, C. Mărgineanu și alții, sînt publicate în Buletinul Institutului de cercetări piscicole.

În cursul anului 1954, specialiștii de la Stațiunea de cercetări maritime de la Constanța și Comisia Hidrologică a Academiei Republicii Socialiste România au întreprins un studiu al platoului continental. Observațiile au fost efectuate de pe pescadorul *Nisetrul*, într-o zonă marină cuprinsă între paralelele 45°10′ Nord (Sulina) și 44°42′ Nord (Gura Portiței), de la țărm pînă la meridianul 30° Est, în lunile iulie, septembrie și octombrie. Transparența apei s-a măsurat cu aparate speciale ca discul Secchi ; temperatura s-a înregistrat cu termometre reversibile ; salinitatea apei a fost determinată în laborator după metoda Mohr-Knudsen, iar curenții s-au măsurat cu aparatele mecanice Eckman-März.

În Buletinul pe 1957 este descris ingeniosul *apucător-sondă de fund* pentru colectarea simultană a macro și microbentosului, creat de dr. Mihai Băcescu. Aparatul a fost experimentat și pe Marea Azov de o comisie oceanografică sovieto-bulgară și a fost găsit pe deplin satisfăcător.

Țara noastră colaborează strîns cu Uniunea Sovietică și cu R. P. Bulgaria la lucrările ce se întreprind pentru cunoașterea și folosirea Mării Negre. Oamenii de știință din Republica Socialistă România cercetează în special vecinătatea țărmului românesc al Mării Negre.

Este de subliniat că primele cercetări geografice întreprinse asupra țărmurilor Mării Negre sînt destul de vechi, datînd din anul 1696. Ele au fost întreprinse de navigatori îmbarcați pe nava rusă *Krefort*. Ulterior, în anul 1701, țarul Petru I a dispus executarea unei hărți a Mării Negre. Este prima hartă rusă a acestei mări care încă din secolul al XIII-lea figurase în hărți și portulane redactate de alți navigatori.

În anul 1771, amiralul rus A. N. Seneavin a alcătuit o hartă a peninsulei Kerci și a Mării de Azov, iar în 1799, în urma cercetării amănunțite a regiunilor de vărsare ale fluviilor Nipru, Nistru și Dunăre, I. Billings a întocmit primul atlas al părții de nord a Mării Negre. În anul 1807, I. M. Budîșcev a redactat hărți asemănătoare ale Mării Negre și Mării de Azov.

F. F. Bellingshausen a descris, la rîndul său, în anul 1816, țărmurile dinspre Caucaz ale Mării Negre.

După anul 1920, cercetătorii sovietici au întreprins o serie de valoroase studii asupra Mării Negre.

Expediția organizată în anul 1927 de Observatorul maritim din Sevastopol, condusă mai întîi de E. F. Skvoitov și apoi de V. A. Znejinski, a folosit cabluri metalice pentru efectuarea sondajelor fundului mării. Rezultatele acestei expediții stau la baza monografiei științifice a Mării Negre întocmite după un deceniu de A. D. Arhanghelski și N. M. Strahov.

În anul 1949, în Marea Neagră au fost efectuate noi cercetări, de pe bordul navei *Viteaz* a Academiei de Științe a U.R.S.S.

Dintre cercetătorii sovietici care au întocmit mai recent studii valoroase privitoare la Marea Neagră sînt de amintit V. P. Zenkovici și V. M. Klenova.

C. CERCETĂRI OCEANOGRAFICE ÎN CADRUL ANULUI GEOFIZIC INTERNAȚIONAL

Ideea unei coordonări a eforturilor de studiere a mărilor polare a apărut încă de mult.

O temerară expediție austro-ungară, pusă sub conducerea ofițerului de marină Karl Weyprecht, s-a reîntors din Oceanul Arctic în 1874, fără corabie. Nava se pierduse în ghețuri, după ce ajunsese la o distanță de 900 km de pol și descoperise Țara Franz Joseph. Weyprecht susținea că regiunile polare au importanță excepțională pentru știință, deoarece ghețurile influențează repartiția căldurii pe întreg pămîntul. Cu același prilej el mai afirma că principala deficiență a studierii Arcticei constă în aceea că încercările expedițiilor polare nu erau niciodată coordonate. Weyprecht cerea ca regiunea polară arctică să fie înconjurată de un inel de stațiuni, care să facă simultan, în decurs de un an, diferite observații, folosind metode de lucru și aparate de cercetări identice.

Programul unui „An polar internațional", elaborat de Weyprecht, a fost discutat la Congresul meteorologic internațional, ținut în primăvara anului 1879 la Roma; a fost adoptat un apel către guverne, de a sprijini această acțiune. S-a fixat și perioada: august 1882—august 1883 (anul 1883 corespundea unei activități solare „de vîrf").

Așa a început la 1 august 1882 primul An polar internațional (A.P.I.), la care au participat 11 țări. Rezultatele primului A.P.I. au fost tipărite în 36 de volume mari, conținînd date foarte prețioase despre deriva în Oceanul Arctic, despre ghețari și mișcările lor, despre fenomenele geomagnetice, despre aurorele polare etc.

După 50 de ani s-a simțit necesitatea unei noi campanii de culegere de date geofizice și astfel, la un congres ținut la Hamburg, s-a propus să se organizeze în anii 1932—1933 al doilea An polar internațional, care

trebuia să dureze 13 luni, cu începere de la 1 august 1932. La această nouă campanie au luat parte oameni de știință din 44 de țări, care au lucrat în mai mult de 100 de stațiuni, din care jumătate se găseau în regiuni polare. În acel an s-au organizat și mai multe expediții pe nave pentru studiul curenților, măsurarea adîncimilor, luarea de probe de sedimente de pe fundul mărilor.

La 1 august 1932, stațiunile științifice și navele împrăștiate în Arctica, Antarctica, pe mări și oceane au început să lucreze după un program unic.

E expediție americană sub conducerea lui Byrd a pornit cu două nave în Antarctica, avînd la bord oameni de știință, aviatori, radiotelegrafiști, tractoriști, 5 avioane, 6 tractoare și 150 de cîini cu sănii. Pe bord se mai găseau aparate meteorologice și geofizice, laboratoare, o centrală electrică etc. A fost creată baza „Mica Americă", pe țărmul Antarctidei.

Rezultatele obținute în cel de-al doilea A.P.I. au constituit un reper important în cunoașterea planetei. Ele au fost în cea mai mare parte publicate.

Participanții sovietici la cel de al doilea A.P.I., în afară de alte lucrări publicate, au întocmit și o hartă care cuprinde adîncimile din regiunea polară arctică.

În anul 1950, un grup de geofizicieni s-au adunat într-un orășel din Statele Unite și au discutat problema organizării unui nou An „polar" internațional și au propus ca acesta să se desfășoare nu după 50 de ani, ci după 25 de ani de la al doilea A.P.I. din cauză că aparatele de cercetare s-au perfecționat extrem de mult, iar în anii 1957—1958 urma să fie un nou maximum al activității solare. Propunerea a fost aprobată de organizațiile internaționale ale geofizicienilor, astronomilor, meteorologilor, care au recomandat ca studiile să se limiteze nu numai la regiunile polare, dar să fie extinse și asupra zonelor tropicale și temperate, în care să se includă și Oceanul Planetar. Astfel al treilea A.P.I. proiectat s-a transformat în „Anul Geofizic Internațional" (A.G.I.) cu durata de la 1 iulie 1957 pînă la 31 decembrie 1958. Ulterior, termenul de colaborare internațională a fost prelungit pînă la 31 decembrie 1959, intervalul de timp al

prelungirii observațiilor fiind numit „Colaborarea geofizică internațională din 1959".

La lucrările A.G.I. au participat 64 de țări — printre care și România — cu 4 centre de informare-coordonare : Moscova, Washington, Paris și Tokio. Ele au stabilit un total de 26 de baze pe continentul antarctic, din care Statelor Unite ale Americii le-au revenit 6 stațiuni, Uniunii Sovietice — 5 stațiuni, plus încă una cedată Poloniei, Angliei — 3 stațiuni, Franței, Australiei, Noii Zeelande — cîte 2 stațiuni, Japoniei, Belgiei, Argentinei, statului Chile și Norvegiei — cîte o stațiune.

Un loc important printre problemele cercetate în cadrul A.G.I. l-au ocupat studiile oceanografice. Pentru efectuarea lor s-au ales 6 regiuni în cuprinsul cărora s-au făcut observații intense. Acestea se aflau în Arctica (o zonă cuprinzînd regiuni cu latitudini de peste 60° N), Antarctica (o zonă situată la latitudini depășind 60° S), regiunea ecuatorială a globului (o zonă cuprinsă între paralelele de 23° latitudine N și 23° latitudine S), o fîșie de-a lungul unui meridian (o zonă de 10° situată în jurul meridianului de 10°E, Greenwich, trecînd prin Spitzbergen, Norvegia, R. F. a Germaniei, Franța, Tunisia, Nigeria, țărmul occidental al Africii, pînă în Antarctica), o regiune centrală pe un meridian (o zonă de 20° centrală pe meridianul de 140°E trecînd prin Siberia — Verhoiansk —, Japonia, insulele Mariane, Noua Guinee, Australia și o parte a Antarctidei) și o regiune în jurul meridianului de 75° (o zonă trecînd prin insulele arctice canadiene, golful Hudson, regiunea marilor lacuri din S.U.A., peninsula Florida, Cuba, Panama, Ecuador, Chile, pînă în Antarctida).

1. *În Oceanul Pacific*

Cu prilejul A.G.I., membrii expedițiilor îmbarcați pe vasele sovietice *Obi* și *Lena* au efectuat numeroase sondaje în Oceanul Pacific, pentru completarea hărților batimetrice. Ei au luat probe de apă de la diferite adîncimi și au făcut analizele cerute de programul A.G.I. îndeo-

sebi asupra conținutului apei în CO_2 și pentru stabilirea vechimii apei din adîncimi. Rezultate interesante s-au obținut și în domeniul biologiei. Este de subliniat că navele amintite au întreprins și alte campanii de navigație în Oceanul Austral pînă sub țărmurile Antarctidei, contribuind prin lucrările lor la rectificarea hărților locale. Prin sondajele și ridicările de carote sedimentare (în lungime de 15 m) s-au putut preciza circulația apelor și structura fundului.

Expediția îmbarcată pe nava *Viteaz*, aparținînd Academiei de Științe a U.R.S.S., a făcut cu acest prilej cercetări oceanografice atît în Oceanul Pacific, cît și în Oceanul Atlantic, rezultatele obținute fiind comunicate în cadrul Comitetului Național pentru A.G.I. de la Moscova.

Cercetîndu-se fundul Pacificului în regiunea dintre Japonia, Filipine, Noua Guinee și meridianul de 154° longitudine E., s-au descoperit cîțiva munți submarini cu înălțimea de 3—5 km deasupra fundului oceanului. La sud de insulele Marchize s-a identificat, cu ajutorul unei radiosonde, o depresiune adîncă de 11 034 m, adică cu circa 100 m mai adîncă decît cea mai joasă depresiune oceanică cunoscută pînă atunci (cea de lîngă insulele Mariane).

În anul 1960, nava antimagnetică sovietică *Zarea* a plecat într-o nouă expediție de cercetări în Oceanul Indian și în partea occidentală a Pacificului, după un itinerar ce s-a intersectat cu acela al navelor americane *Carnegie* și *Galilei*. Ea a parcurs o distanță care depășește lungimea ecuatorului și și-a încheiat cursa la Vladivostok.

De asemenea, în vederea întreprinderii de cercetări științifice a fost înzestrat cu aparate moderne submarinul sovietic *Severeanka*. Acest submarin, aparținînd Institutului unional de oceanografie și piscicultură din U.R.S.S., este un adevărat laborator specializat pentru cercetarea adîncimilor.

Studii importante au fost făcute de expedițiile navelor S.U.A., Japoniei, Franței, Australiei și Noii Zeelande.

Astfel, o expediție oceanografică a Universității din Washington a studiat apele din vecinătatea Aleutinelor,

din sud-vestul Alaskăi (temperatura și proprietățile chimice ale apei), calculînd apoi „vîrsta" apei. Rezultatele parțiale ale acestor cercetări arată că există curenți ascendenți de la fund pînă la 275 metri adîncime ; că în această regiune aproape la toate adîncimile a fost constatat un flux de apă în direcția S.V. ; că spre 6 000 m adîncime, concentrația de oxigen este foarte mică și că la fund ea scade și mai mult ; că în Marea Bering apa este ceva mai caldă decît în strîmtorile dintre insulele Aleutine și că maximul de salinitate (la 6 000 m) este de 35‰, la extremitatea occidentală, iar minimum — de 34‰, în extremitatea orientală a regiunii cercetate.

Studiul curenților oceanici, al mareelor și al valurilor de diferite amplitudini, al nivelului oceanului etc. s-a efectuat și se continuă, cu ajutorul unor stații fixe amplasate de-a lungul țărmurilor (stațiile din porturi sînt înșirate pe țărmurile de apus ale celor două Americi, pe țărmurile Japoniei, ale Filipinelor, Indoneziei, Australiei și pe alte insule mai mici).

Curenții marini au fost cercetați pentru studiul corelației dintre constituția apei calde a curenților și restul apei din ocean.[1] Planctonul a fost studiat îndeosebi în regiunile cu ape reci (în strîmtoarea Bering și în partea de sud a oceanului). Prin probele de apă de la fund s-a constatat că la adîncime există ape care nu s-au „mișcat" de loc de multă vreme, poate chiar de milioane de ani.

Cercetarea mareelor s-a făcut în special pentru a se studia corelația dintre acestea și frînarea rotației Pămîntului. Au fost întreprinse studii pentru a se lămuri puterea de ridicare a apei (raz de mare) în strînsă legătură cu erupțiile vulcanice submarine ; toate punctele observate au fost fixate pe hartă.

2. *În Oceanul Atlantic*

În afară de colectivul științific de pe *Zarea* care a adunat un bogat material geomagnetic și oceanografic, diferite

[1] În orașul Nouméa, capitala arhipelagului Noua Caledonie, a luat ființă în anul 1946 Institutul francez al Oceaniei ; aici se fac cercetări oceanografice și se studiază biologia marină.

nave special amenajate au cercetat și ele Oceanul Atlantic. Partea centrală a oceanului a fost cercetată de nave din S.U.A., Anglia și Franța; în sudul Atlanticului (între Capetown și Argentina) s-au întreprins sondaje și studii interesante de către echipaje argentiniene. Partea de nord (frontul polar) a fost intens urmărită de expedițiile organizate de U.R.S.S., Anglia și Franța, Danemarca, Norvegia și S.U.A. care au studiat apele, ghețarii plutitori (aisbergurile), curentul cald Gulfstream, curentul rece al Labradorului și alte probleme importante (culoarea apelor, salinitatea, temperatura, raportul dintre apa caldă și cea rece, planctonul, biologia mamiferelor acvatice și a peștilor, viteza derivei aisbergurilor, viteza curenților, influența lor asupra stării meteorologice etc.). S-au efectuat și diverse sondaje, s-au făcut studii de gravimetrie și de magnetism terestru și au fost urmărite aurorele polare, prin vizibilitate și prin fotografie.

Oceanografii sovietici au stabilit existența unui schimb de ape între fundul și suprafața oceanului, descoperind un important fluviu submarin de apă rece, care circulă pe fundul oceanului în sens invers Gulfstreamului (cu o viteză de 18 km/oră).

Un grup expediționar danez a făcut studii complete între Groenlanda, Labrador, Țara Baffin, insula Devon și insula Ellesmere.

Alte grupuri expediționare au făcut observații asupra circulației marine, prin introducerea de materii radioactive în apa oceanului, asupra schimbului de căldură între atmosferă și ocean, asupra hulei marine și asupra însușirilor fizico-chimice ale apei.

În Oceanul Indian cercetările au fost mai puțin intense.

3. *În Oceanul Arctic*

În regiunile Oceanului Arctic, cercetări intense fuseseră întreprinse de către specialiști din Uniunea Sovietică cu mult timp înainte de începerea A.G.I., prin stațiunile științifice „Polul Nord“ instalate pe ghețurile în derivă și conduse de oameni de știință, precum și prin stațiunile radiometeorologice automate. O stațiune specială polară

sovietică fusese instalată pe insula Victoria, între insulele Spitzbergen și Franz Joseph.

Observarea schimbării zilnice a poziției stațiunilor în derivă a dus la concluzii importante privind deplasarea ghețurilor pe ocean, după cum studiul evacuării ghețarilor printre Groenlanda și Spitzbergen în Marea Groenlandei și de acolo în Oceanul Atlantic a arătat că există posibilități de îmbunătățire a condițiilor de navigație în regiunea nordică. În urma cercetărilor făcute în regiunea Spitzbergen s-a constatat că în ultimii 10 ani s-a produs o încălzire simțitoare în această regiune. Dacă pînă la începutul secolului nostru arhipelagul Spitzbergen era înconjurat complet cu ghețuri, chiar și în timpul verilor polare călduroase, astăzi, în timpul verii, el este eliberat aproape în întregime de ghețuri.

Prin colaborarea dintre stațiunile în derivă sovietice și cele americane s-a ajuns la întocmirea de hărți magnetice și batimetrice. Rezultatele obținute pînă acum au arătat că trebuie să se schimbe complet concepția despre morfologia și geologia fundului acestui ocean. De asemenea, pe baza cercetărilor efectuate, s-a putut stabili existența unui lanț de munți submarini, ale căror vîrfuri se ridică cu circa 1 500 metri deasupra fundului oceanului. Se crede că noua catenă de munți este paralelă cu marele lanț Lomonosov, descoperit, după cum am mai amintit, de exploratorii sovietici.

Stațiunile în derivă sovietice au mai descoperit urme de vulcanism, unele vîrfuri din munții Lomonosov fiind de origine vulcanică.[1] Pe baza studiilor și a cercetărilor efectuate s-a stabilit că înălțimile de pe fundul oceanului cuprinse între paralela 85°15' și meridianele 83° și 93° longitudine V sînt de origine vulcanică.

4. *În regiunea Antarcticei*

În această regiune a planetei, lucrările au început încă din vara australă 1955/1956, cu participarea Uniunii Sovietice, a Statelor Unite ale Americii, Angliei, Franței,

[1] Un vulcan submarin a erupt în noiembrie 1954, tocmai cînd trecea pe deasupra lui stațiunea de derivă „Polul Nord 3".

Japoniei, Australiei, Norvegiei, Argentinei, Belgiei, Republicii Chile și Noii Zeelande.

Expediția sovietică a trasat cu precizie limita continentului sudic în fîșia cercetată, ridicînd harta insulelor în care este instalată baza „Mirnîi" — harta barierei de gheață de la Shackleton, insulele Mill etc. În timpul verii australe, expediția sovietică de la „Mirnîi" a descoperit o grupă de insule pe care le-a numit insulele „8 Martie".

Expediția americană a explorat bariera Ross, golful Balenelor, golful Okuma, golful Salzberg și golful Rigli. Grosimea gheții determinată aici a fost de 240 m, iar adîncimea apei măsurată sub crusta de gheață este de 375 m.

Celelalte țări participante au cercetat țărmurile atribuite lor, în scopul ridicării de hărți și pentru explorarea banchizei.

Pe lîngă alte diferite lucrări, toate stațiunile au studiat și viața în Antarctica, constatîndu-se că anumite forme ale regnului animal se găsesc numai în apa oceanului. Aici s-au găsit diferite organisme microscopice, arici de mare, melci, scoici, pești caracteristici, păsări marine (pinguini, pescăruși, albatroși), mamifere (foci, leoparzi de mare și balene).

Pe stîncile prăvălite de-a lungul falezei se găsesc lipiți, miliarde de mici crustacee, apoi ciuperci microscopice, infuzori și alge unicelulare sau filamentoase.

Flora oceanică constă din alge microscopice plutitoare; împreună cu organismele animale plutitoare, acestea alcătuiesc planctonul marin. De acest plancton depinde existența masei de crustacee, cunoscută sub denumirea de „krill", care, la rîndul ei, formează hrana principală a balenelor, a cașaloților, a unor foci etc.

Glaciologii sovietici au constatat că în regiunea Polului Sud stratul de gheață atinge o altitudine de 3 500 m deasupra nivelului mării (terenul pe care stă ghețarul atinge o înălțime de 300 metri de la nivelul mării). Rezultă deci că gheața la pol are o grosime de peste 3 000 m.

Tot acum, oamenii de știință sovietici au atins pentru prima oară polul inaccesibilității. Pe un vînt năprasnic,

săniile greu încărcate, trase de tractoare, au înaintat printre munți și mormane de gheață și zăpadă. După un drum de 2 200 km și o scurtă oprire la stația „Sovietskaia", expediția a ajuns la înălțimea de 3 500 m deasupra oceanului. Cercetătorii au construit acolo unde niciodată nu mai călcase picior de om o stațiune meteorologică. Pe turla instalației ei au înălțat bustul lui Lenin și au ridicat în mod solemn drapelul Uniunii Sovietice.

Ca rezultat al cercetărilor întreprinse, Institutul sovietic pentru Arctica și Antarctica a editat în 1960 cinci volume ale lucrărilor științifice din Antarctida. De asemenea, a fost editată lucrarea „Specificația denumirilor geografice din Antarctida răsăriteană", care cuprinde denumirile obiectivelor descoperite de expedițiile sovietice. Printre acestea sînt de remarcat două lanțuri muntoase și o imensă cîmpie, care se găsesc sub carapacea groasă de gheață de 1—2 km.

Vizitînd oaza „de Benguer", cercetătorii sovietici au găsit o vastă întindere liberă de gheață ; aici vara se înregistrează temperaturi maxime de +25°C ; ea are lacuri, cursuri de apă și o slabă vegetație de licheni și mușchi, precum și păsări diferite. Un lanț de munți apără oaza de vînturile reci de sud, iar dinspre nord influența oceanului îndulcește climatul.

După cum poziția pe glob a Antarctidei guvernează mișcarea de profunzime a apelor submarine, tot așa ea influențează și pe aceea a vînturilor. Studierea sistematică a acestora va permite să se prevadă cu mult înainte vremea pe glob și, prin urmare, meteorologia va intra definitiv în era observațiilor pozitive și a utilizării sale practice.



După încheierea Anului geofizic internațional, o conferință oceanografică întrunită la Copenhaga în iulie 1960, la care au luat parte reprezentanți din 30 de țări, a luat hotărîrea să se construiască și să se echipeze în comun o mare navă destinată cercetărilor oceanografice. În anul 1966 s-au desfășurat la Moscova lucrările celui de al doilea Congres internațional de oceanografie (pri-

mul avusese loc la New York în anul 1959). La organizarea lui și-au adus contribuția U.N.E.S.C.O., F.A.O., Agenția Internațională pentru energia atomică și alte organisme internaționale, participînd 1 800 delegați din 60 țări, printre care și un grup de oameni de știință români în frunte cu dr. Mihai Băcescu.

Printre personalitățile cele mai marcante care au luat parte la lucrările congresului s-au remarcat cercetătorii francezi Cousteau și Piccard, savanții sovietici A. Vinogradov, L. Zenkovici și V. Bogorov, oceanologul american W. Munk, hidrologul japonez K. Hidaka, biologul danez E. Steeman Nielsen, biologul australian G. Humphrey, profesorul american de geologie marină H. Menard, savantul indian D. Lal și alții. Deviza congresului a fost : „Cercetarea oceanelor pentru binele omenirii !“. Lucrările congresului s-au desfășurat în patru direcții și anume : oceanul și atmosfera, viața în oceane, geologia marină, structura scoarței de pe fundul oceanelor și a mantiei superioare.

Specialistul român prof. dr. M. Băcescu a prezentat comunicarea „Distribuția animalelor marine în legătură cu aglomerațiile peștilor“.

II

MĂRILE ȘI OCEANELE GLOBULUI

A. RAPORTUL DINTRE MARE ȘI USCAT

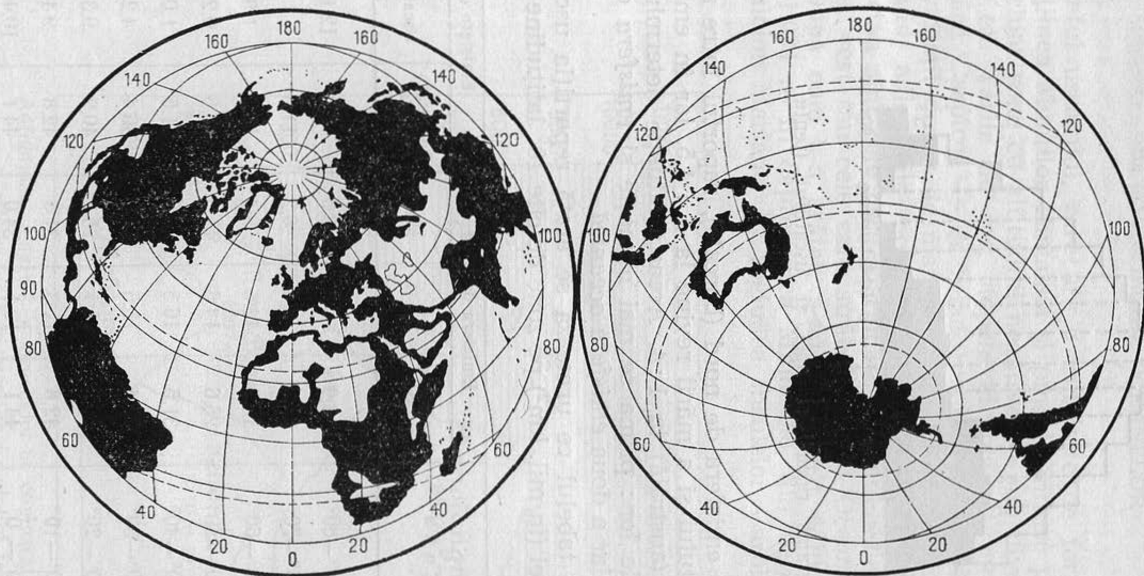
Din totalul suprafeței de 510 milioane km^2 a planetei, suprafața ocupată de ape, hidrosfera, are o întindere de 361 milioane km^2, adică 71% iar uscatul, litosfera, are doar 149 milioane km^2, adică numai 29%. Raportul dintre apă și uscat, pe suprafața globului, este deci de 2,5 părți la una.

Mările și oceanele reprezintă însă un înveliș neînsemnat, în comparație cu mărimea pămîntului. Grosimea hidrosferei (considerînd adîncimea medie a oceanului planetar de cca 3 800 m) reprezintă numai 1 : 1 600 din raza medie a pămîntului (6 378 km).

Greutatea hidrosferei a fost evaluată la 14×10^8 tone, adică reprezintă mai puțin decît 7% din greutatea scoarței terestre ; mările și oceanele însumează un volum de cca 1 370 mil. km^3 (a 800-a parte din volumul total al globului terestru : 1 096 miliarde km^3).

În cadrul celor două emisfere polare, repartizarea domeniului acvatic și a celui terestru se prezintă astfel :

Emisfera de nord (boreală)	Emisfera de sud (australă)
Suprafața uscatului = 100 500 000 km^2	Suprafața uscatului = 48 500 000 km^2
Suprafața mării : 154 500 000 km^2	Suprafața mării : 206 500 000 km^2



Repartizarea mărilor şi oceanelor pe globul pămîntesc

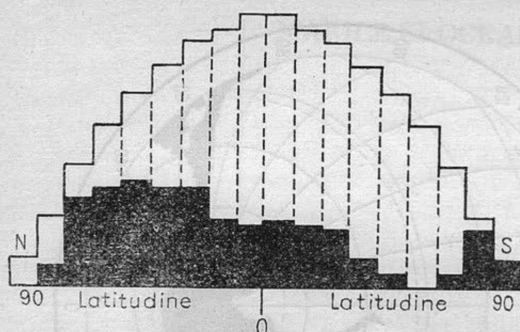


Diagrama repartiției apei și uscatului (tenta închisă)

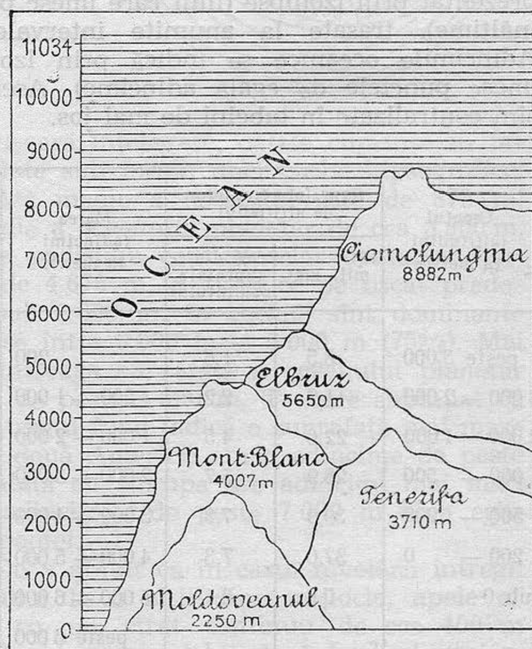
În emisfera de nord (boreală), raportul între suprafața uscatului și a mării revine la 1 : 1,5, iar în emisfera de sud (australă) la 1 : 4. Această situație determină denumirile lor : prima se mai numește și *emisfera continentală* iar a doua *emisfera oceanică.*

În tabelul ce urmează se arată repartiția uscatului și a apei (în mil. km²) pe zone de cîte 10° latitudine :

Zona	Emisfera de nord			Emisfera de sud		
	Suprafața totală	Uscat	Mare	Suprafața totală	Uscat	Mare
90°—80°	3,9	0,4	3,5	3,9	12,1	3,4
80°—70°	11,6	3,4	8,2	11,6		
70°—60°	18,9	13,5	5,4	18,9	1,9	17,0
60°—50°	25,6	14,6	11,0	25,6	0,2	25,4
50°—40°	31,5	16,5	15,0	31,5	1,0	30,5
40°—30°	36,4	15,6	20,8	36,4	4,2	32,2
30°—20°	40,2	15,1	25,1	40,2	9,3	30,9
20°—10°	42,8	11,3	31,5	42,8	9,4	33,2
10°— 0°	44,1	10,1	34,0	44,1	10,4	33,7

B. ADÎNCIMILE OCEANELOR

Ca și relieful uscatului, care are o infinitate de forme, de la înălțimea Munților Himalaia și pînă la întinse pustiuri sau chiar zone cu altitudini negative — sub nivelul mării (de ex. Țările de Jos, stepele kirghize și zonele vecine Mării Caspice) — și relieful submarin prezintă pante și variații destul de mari. Astfel, în unele regiuni ale globului, adîncimile oceanelor formează adevărate prăpăstii cum sînt cele care mărginesc Oceanul Atlantic spre est și vest sau cele care străbat fundul Oceanului Pacific. După cum s-a arătat, s-au descoperit adîncimi pînă la 11 034 m în depresiunea Mindanao, din vecinătatea insulelor Mariane. În regiunea insulelor Caroline,



Adîncimea maximă a oceanelor în comparație cu cîteva înălțimi mari de pe globul terestru

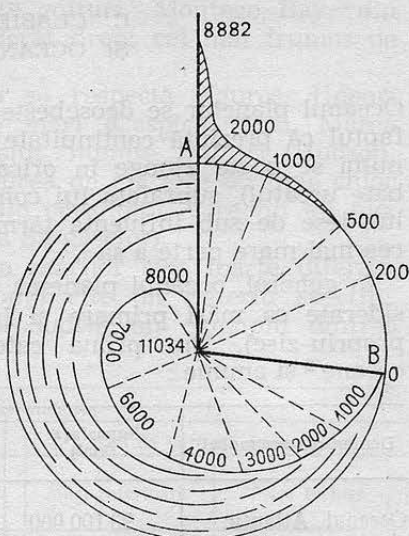
fundul Oceanului Pacific are o adîncime de 10 863 m, adică întrece cu aproape 2 000 m altitudinea maximă a uscatului. Totuși datorită dimensiunilor planetei, pe un glob cu diametrul de 2 m, aceste adîncimi ar trebui reprezentate, la scară, prin simple scobituri de 1—2 mm.

Mările din emisfera de sud sînt, în medie, ceva mai adînci decît cele din emisfera de nord. În general, cele mai mari adîncimi se găsesc în vecinătatea blocurilor continentale, unde relieful prezintă o denivelare bruscă, sub forma unor povîrnișuri sau gropi (sub 7 000 m), marcate la suprafață prin insule coraligene (recife și atoli); aceste insule sînt fixate uneori chiar pe conurile unor vulcani submarini.

Diferite caracteristici ale oceanului planetar sînt cuprinse în hărți generale pe care relieful uscatului este prezentat prin izohipse (linii care unesc punctele de egală înălțime), trasate la anumite intervale de altitudine. Adîncimile oceanice se indică prin izobate (linii care unesc punctele de egală adîncime). Asemenea rezultate sînt centralizate în tabelul de mai jos.

Uscatul (altitudini în metri)	Suprafața treptelor de altitudini		Marea (adîncimi în metri)	Suprafața treptelor de adîncime	
	mil. km²	% din suprafața pămîntului		mil. km²	% din suprafața pămîntului
peste 3 000	8,5	1,6	200	27,5	5,4
3 000 — 2 000	11,2	2,2	200 — 1 000	15,3	3,0
2 000 — 1 000	22,6	4,5	1 000 — 2 000	14,8	2,9
1 000 — 500	28,9	5,7	2 000 — 3 000	23,7	4,7
500 — 200	39,9	7,8	3 000 — 4 000	72,0	14,1
200 — 0	37,0	7,3	4 000 — 5 000	121,8	23,9
sub 0	0,8	0,1	5 000 — 6 000	81,7	16,0
			peste 6 000	4,3	0,8
	148,9	29,2		361,1	70,8

Diagrama adîncimii oceanelor și a marilor înălțimi de pe globul terestru



Pentru o mai ușoară înțelegere, datele cuprinse în tabel sînt reprezentate sub forma unei curbe hipsografice. Întrucît înălțimea medie a uscatului este de 875 m, iar adîncimea medie a oceanului planetar de cca 3 800 m, înălțimea medie a podișului continentelor deasupra fundului mării este de 4 675 m. În timp ce pe uscat predomină înălțimile sub 1 000 m, în oceane sînt dominante adîncimile cuprinse între 3 000 m și 6 000 m (75%). Mai mult de $^1/_2$ din întreaga suprafață a oceanului planetar prezintă adîncimi de peste 4 000 m. Trebuie subliniat că aproape $^1/_4$ din întregul fund (adică o suprafață mai mare decît Asia și cele două Americi) are o adîncime de peste 5 000 m. O suprafață cît Europa are adîncimi mai mari de 6 000 m, iar adîncimile de peste 7 000 m abia egalează suprafața Spaniei.

Un calcul simplu a arătat că în cazul nivelării întregii suprafețe a globului la o altitudine mijlocie, apele ar acoperi pămîntul cu un strat continuu de cca 400 m adîncime. Unui fluviu cu un debit de 1 km^3/minut i-ar trebui aproximativ 2 000 de ani pentru a umple actualul bazin al oceanului planetar.

C. CLASIFICAREA MĂRILOR ȘI OCEANELOR

Oceanul planetar se deosebește de restul hidrosferei prin faptul că prezintă continuitate (din orice punct al oceanului se poate ajunge în oricare alt punct, fără a străbate uscatul), suprafața lui coincide cu suprafața geoidului, iese de sub influența țărmurilor ce îl înconjoară în cea mai mare parte a sa [1].

În general, oceanul planetar se împarte în oceane, considerate ca mări primare și în mări secundare (mările propriu-zise). Din prima categorie fac parte cele 4 oceane [2] și anume :

Denumirea oceanului	Suprafața (km^2)	Adîncime medie (m)	Adîncime maximă (m)
Oceanul Atlantic	93 100 000	3 650	9 218
„ Indian	74 920 000	3 897	7 450
„ Pacific	179 680 000	4 028	11 034
„ Arctic	13 100 000	1 205	5 220

Uscatul și marea vin în contact de-a lungul unei linii sinuoase. Porțiunile marginale ale oceanului pătrund uneori în adîncul uscatului, diferențiindu-se într-o oarecare măsură de restul oceanului. Asemenea porțiuni marginale, de dimensiuni considerabile, mai mult sau mai puțin izolate de ocean, constituie ceea ce numim „mări", în timp ce părțile separate de acestea se numesc „golfuri" și au adeseori o înfățișare de o deosebită fru-

[1] În cea mai mare parte a întinderii lor, mările sînt înconjurate de continente și de insule, dar uneori se unesc cu oceanele printr-o singură strîmtoare. Aceasta face ca acțiunea uscatului să fie simțită la suprafață și în adîncime, în toate punctele masei marine.

[2] În tratatele și în lucrările mai vechi de oceanografie figurează și un al cincilea ocean, sub denumiri diferite : Oceanul Austral, Oceanul Înghețat de Sud, Oceanul Antarctic. El este format din reunirea oceanelor Pacific, Atlantic și Indian în partea lor de sud.

museţe. Unul dintre aceste golfuri, Montego Bay, din insula Jamaica, este considerat drept cel mai frumos de pe glob.

Această terminologie nu se respectă riguros. Uneori lacuri mari sînt denumite mări (Caspica, Aral, Marea Moartă), iar cîteva mări sînt numite golfuri (Hudson, Bengal etc.). Uneori, denumirea de mare se atribuie chiar şi unor porţiuni centrale ale oceanului, care nu au nici o legătură cu uscatul (Marea Sargaselor).

Criteriile de clasificare a mărilor sînt foarte diferite. Aproape fiecare autor adoptă cîte un criteriu specific. În cele ce urmează reproducem un exemplu dintr-o asemenea clasificare.

Mări dependente			
Mări mediterane (continentale)		Mări de bordură (marginale)	
Mări interioare	Mări închise	Mări interioare	Mări închise
Mediterana Europei, împreună cu Marea Neagră	Marea Caraibilor, Celebes, Banda, Sulu, Chinei de Sud şi Golful Siam	Marea Roşie, Baltică, Californiei, Albă, Golful Hudson şi Golful Persic	Marea: Japoniei, Chinei de est, Nordului, Mînecii, Ohoţk, Irlandei şi Golful Sf. Laurenţiu

O altă clasificare a bazinelor marine ţine seamă nu numai de unele criterii geografice, ci şi de particularităţile regimului hidrologic. O astfel de categorisire, adoptată de Muromţev şi Kalesnik, împarte mările în :

Mări interioare — înconjurate din toate părţile de uscat şi comunicînd cu oceanul sau cu o mare vecină prin intermediul uneia sau al mai multor strîmtori (golful Hudson, Marea Albă, Marea Baltică, Marea Azov, Marea Neagră, Marea Marmara, Marea Roşie, Marea Japoniei, Marea Mediterană ş.a.) ;

Mări semiînchise — mărginite numai parţial de continente şi despărţite de ocean sau de marea vecină printr-o peninsulă ori printr-un lanţ de insule ; pragurile submarine dintre ele împiedică schimbul liber de apă

(Marea Bering, Marea Nordului, Marea Ohoțk, Marea Galbenă, Marea Chinei de est, Marea Chinei de sud, Marea Andamană, Marea Japoniei, Marea Caraibilor, golful Mexic ș.a.);

Mări deschise — situate la marginea continentelor și care păstrează o legătură largă cu restul oceanului (Marea Barenț, Marea Kara, Marea Laptev, Marea Siberiei orientale, Marea Ciukotka, Marea Bellingshausen, Marea Ross, Marea Weddell, Marea Arabiei, Marea Coralilor ș.a.);

Mări interinsulare — înconjurate de un inel de insule, mai mult sau mai puțin dese (Marea Iava, Marea Celebes, Marea Sulu, Marea Banda).

Cu cît izolarea de ocean este mai mare, cu atît regimul și viața mării sînt mai individualizate.

Caracteristicile morfohidrografice diferă de la ocean la ocean.

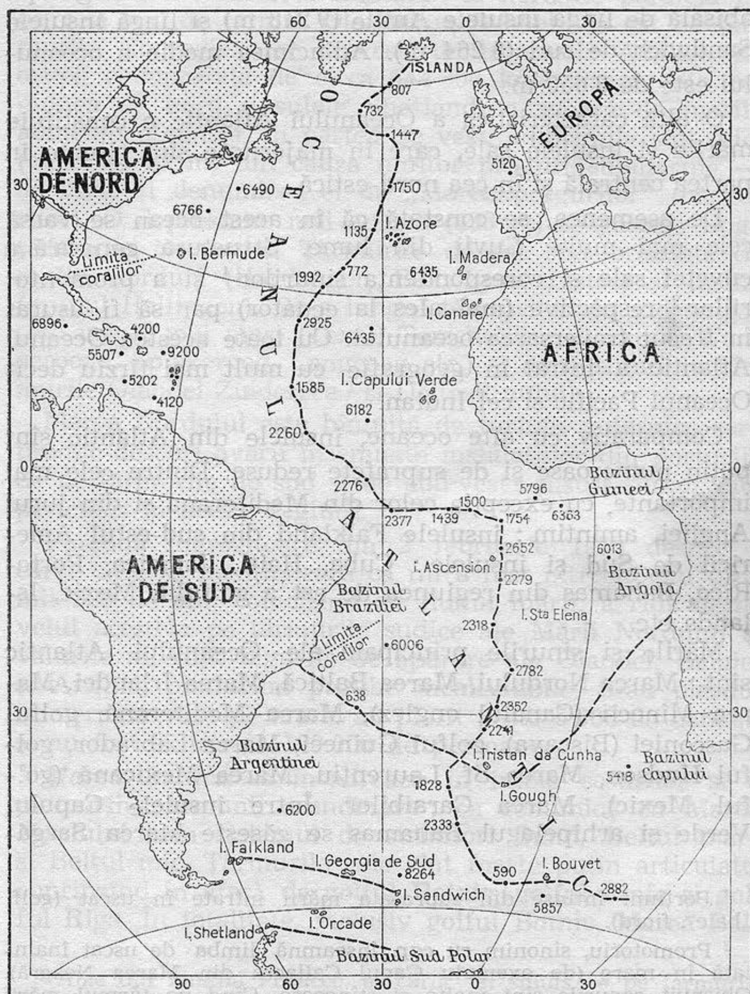
1. *Oceanul Atlantic* [1]

Are următoarele limite: la sud, paralela de 35° lat. (trece pe la Capul Acelor — punctul sudic al Africii); la nord, linia care unește pragurile submarine (530 m adîncime) dintre Capul Walsingham (Țara lui Baffin) și Capul Stadtland (Norvegia) — prin sudul Groenlandei; la vest, țărmurile celor două Americi; la est, țărmurile Europei și Africei.

Oceanul Atlantic are o formă alungită-sinuoasă, larg deschisă spre sud și gîtuită spre nord. Lățimea Oceanului Atlantic între Coruna (Spania) și St. Pierre (Terra-Nova) este de cca 3 610 km, iar între Dakar (Africa) și San Roque (Brazilia) de cca 2 940 km. Suprafața Atlanticului este de cca 93 100 000 km^2 (împreună cu toate mările secundare).

Interesant este și faptul că pe fundul Oceanului Atlantic se găsește un lanț muntos submarin în formă de S,

[1] Numit așa de la insula legendară Atlantis, despre care amintește Platon în dialogurile „Timeos" și „Critias" (presupusul continent „Atlantida").



Oceanul Atlantic

ce se întinde de la nord (Islanda) pînă la 43° lat. S pe direcţia insulelor Azore, St. Paul, Ascension etc. Lanţul submarin este întretăiat în regiunea ecuatorului în groapa abisală de lîngă insulele Antile (9 218 m) şi lîngă insulele Sandwich de sud (8 264 m). Adîncimea medie a oceanului este de 3 656 m.

O altă caracteristică a Oceanului Atlantic o constituie mările şi insulele sale, care în majoritate sînt situate în partea centrală şi în cea nord-estică.

De asemenea, se constată că în acest ocean se varsă cele mai multe fluvii din lume. Structura generală a cuvetei sale şi corespondenţa sinurilor [1] şi a promontoriilor [2] respective (mai ales la ecuator) par să fi uşurat în trecut traversarea oceanului. Cu toate acestea Oceanul Atlantic a intrat în geografie cu mult mai tîrziu decît Oceanul Pacific şi cel Indian.

Comparativ cu alte oceane, insulele din Atlantic sînt puţin numeroase şi de suprafeţe reduse. Dintre cele mai importante, cu excepţia celor din Mediterana şi din jurul Angliei, amintim : insulele Falkland din sud-estul Americii de Sud şi insulele : Cuba, Haiti, Jamaica, Porto-Rico, Bahamas din regiunea de est a golfului Mexic, Islanda etc.

Mările şi sinurile principale ale Oceanului Atlantic sînt : Marea Nordului, Marea Baltică, Marea Irlandei, Marea Mînecii (Canalul englez), Marea Mediterană, golful Gasconiei (Biscaya), golful Guineei, Marea Labrador, golful Hudson, Marea Sf. Laurenţiu, Marea Mexicană (golful Mexic), Marea Caraibilor. Între insulele Capului Verde şi arhipelagul Bahamas se găseşte Marea Sarga-

[1] Porţiuni întinse din suprafaţa mării intrate în uscat (golf, „baie", fiord).

[2] Promotoriu, sinonim cu *cap*, înseamnă limba de uscat înaintată în mare (de exemplu Capul Caliacra din Marea Neagră). Obişnuit capurile sînt înalte şi stîncoase. Cînd pe ţărmul mării alternează roci dure cu roci afînate, profilul ţărmului prezintă sinuozităţi. Capurile sînt părţile rezistente ce pătrund în mare : părţile „tinere" devin scobituri sau „băi" (golfuri).

selor, acoperită cu imense cantităţi de alge din genul Sargassum.[1]

Marea Nordului este limitată : la nord de paralela de 61° ; la sud de ţărmul Olandei şi Belgiei ; la est de ţărmurile Norvegiei, iar la vest, de ţărmurile Angliei. Ea ocupă o suprafaţă de circa 544 300 km². Pragul din regiunea de nord (insulele Shetland) o separă de marile adîncimi oceanice. În partea de vest, adîncimile sînt mici (chiar la 13 m) din cauza multor praguri submarine — de unde şi denumirea ei de „Marea pragurilor" (bancurilor). O depresiune mai adîncă (433 m) se găseşte lîngă ţărmurile Norvegiei. Ţărmurile de est sînt brăzdate de multe fiorduri (Hardanger, Bök Lyse, Lister) şi insule (grupul Hallingen). De-a lungul ţărmurilor de sud se găsesc insule mai mari (Texel, Terschelling, Borkum, Wangerooge, Spiekeroog, Langeoog etc.) şi două sinuri la ţărmurile Olandei Zuiderzee[2] şi Delta Rinului).

Marea Nordului este bîntuită de furtuni puternice, care produc deseori avarii însemnate instalaţiilor din porturile de pe ţărmurile de sud şi de sud-vest ; însuşi fluxul este periculos în aceste regiuni.

Furtuna îngrozitoare din 2 februarie 1953 despre a cărei tărie se menţionează că nu a fost întrecută în ultimii 200 de ani, coincizînd cu fluxul mării, a ridicat nivelul acesteia pe ţărmurile sudice ale Mării Nordului şi valurile au rupt digurile de apărare ale Olandei, Belgiei şi Angliei, producînd pagube incalculabile. S-au pierdut numeroase vase pe mare, au pierit peste 5 000 de oameni şi au fost sinistrate 100 000 de persoane.

Marea Baltică se încadrează în inima şesurilor şi a platourilor regiunii scandinave ; ea comunică cu Marea Nordului prin sistemul de strîmtori Sund, Beltul mare şi Beltul mic. Ţărmurile sale sînt foarte puţin articulate, cuprinzînd în afară de golful Botnic, golful Finic şi golful Riga. În totalitate, inclusiv golful Botnic, Marea Bal-

[1] Alge din familia Fucacee, al căror tal smuls de pe ţărmurile americane şi dus de curenţii marini formează în această regiune o vastă preerie flotantă, de 60 000 mile².

[2] În prezent sinul Zuiderzee a fost desecat, fiind transformat într-un uriaş polder, cîmp fertil redat agriculturii.

tică are o suprafață de circa 415 480 km^2 (lungimea sa este de 1 400—1 500 km, lățimea — pînă la 222 km, iar lungimea țărmurilor — de 8 140 km) ; adîncimea medie a Mării Baltice este de 86 de metri, iar maximă de 459 metri. În sectorul stîncos al Stockholmului, adîncimea maximă este de 159 metri. În Marea Baltică se varsă peste 250 rîuri (Oder, Vistula, Niemen, Dvina, Neva etc), ceea ce contribuie simțitor la îndulcirea apelor marine.

Dintre insulele mai mari ale Mării Baltice amintim : Öland, Gotland, Bornholm, Seeland și Fünen. Din cauza vînturilor neregulate, a greului acces la coastă și a perioadei lungi de îngheț Marea Baltică este puțin favorabilă navigației.

Marea Irlandei sau *Marea Irică* este situată între cele două mari insule britanice și comunică cu Oceanul Atlantic prin Canalul de nord, între Irlanda și Scoția, și prin Canalul Sf. George, între Valles și Irlanda. Adîncimile acestui mare culoar variază între 36 și 150 m, în unele mici depresiuni mergînd pînă la 272 metri.

Marea Mînecii sau *Canalul englez* desparte Franța de Anglia. La nord-est acest canal comunică cu Marea Nordului prin Pasul Calais, iar la vest se deschide larg spre Oceanul Atlantic. Canalul are o lungime de 500 km ; între Dover și Calais se strîmtează la 33 km [1] ; adîncimile cresc de la est (36—42 m) spre vest (59—97 m), ajungînd în unele locuri la 170 m.

Ceața foarte deasă în timpul iernii, adîncimile mici, bancurile de nisip și curenții marini fac periculoasă navigația în canal și totuși puține sînt regiunile oceanice cu o circulație maritimă mai activă decît acesta.

Marea Mediterană este cea mai importantă dintre mările interioare ale globului. Ea este închisă între Europa, Asia și Africa. Se întinde pe o lungime de 3 800 km (măsurată pe paralela de 35° N) și are o suprafață de circa 2 505 000 km^2. Marea Mediterană formează un vast domeniu care comunică cu Oceanul Atlantic prin îngusta strîmtoare Gibraltar ; legătura sa cu Marea Roșie prin

[1] Se pregătește construirea în viitorii ani a unui tunel submarin în această regiune.

Canalul de Suez, influențează infim schimbul de ape dintre cele două mări.

Mediterana este brăzdată de numeroase căi maritime. Marea Mediterană se împarte prin pragul africano-sicilian, dintre Capul Bon și Marsala, în două bazine: Mediterana occidentală și Mediterana orientală. Bazinul oriental este mai adînc (4 594 m între Sicilia și Creta) decît cel occidental (2 000 m). Insulele Corsica și Sardinia, cu strîmtoarea Bonifaccio dintre ele, subdivid bazinul occidental cu Marea Balearelor și Marea Tireniană, cu golfurile Lyon și respectiv Liguric.

În bazinul Mediteranei se includ următoarele mări anexe: Marea Tireniană, Marea Adriatică, Marea Egee, Marea Marmara, Marea Neagră, Marea Azov. În afară de acestea, Marea Balearelor și Marea Ionică nu prezintă la rîndul lor caracteristici prea evidente față de restul bazinului Mediteranei.

Marea Tireniană constituie o depresiune distinctă a Mării Mediterane spre țărmurile de vest ale Italiei. În partea ei centrală, adîncimile ating 3 730 m, iar spre nord, în apropierea țărmurilor Corsicii s-au găsit adîncimi reduse (500 m).

Marea Adriatică formează un mare golf al mării Mediterane între peninsulele Italică și Balcanică. La sud ea comunică cu Marea Ionică prin strîmtoarea Otranto (largă de 70 km și adîncă de 800 m). Are lungimea de 960 km și lățimea de 120—180 km. Jumătatea de nord a Mării Adriatice este mai puțin adîncă (200 metri) decît partea ei de sud (1 600 m), datorită aluviunilor aduse de rîurile Adige, Po și altele, care își adună apele din Alpi. Cea mai mare adîncime (peste 1 600 metri) este între Brindisi (Italia) și Dubrovnik (Iugoslavia), iar cea mai mică — în largul orașului iugoslav Pola.

Înspre nord, Marea Adriatică formează trei golfuri: Veneția Triest și Rjeka (Fiume), cu adîncimi care nu depășesc 100 m. În partea de est se găsesc insulele dalmatice, între care adîncimile variază de la 60 m la 80 metri.

Marea Egee sau *Marea Arhipelagului grecesc* este denumită așa din cauza numeroaselor sale insule, care se grupează în arhipelag (Sporade, Ciclade). Este cuprinsă

între Peninsula Balcanică și Asia Mică și insula Creta. Are o structură asemănătoare celei a Mării Tireniene. Marea Egee are suprafața de circa 196 350 km^2. Adîncimea medie a Mării Egee este de 1 000 metri (în unele depresiuni atinge 2 530 m).

Marea Marmara ocupă o suprafață foarte mică (circa 11 000 km^2) din bazinul Mediteranei, la limita dintre Europa și Asia. Ea comunică cu Marea Egee prin strîmtoarea Dardanele, iar prin strîmtoarea Bosfor cu Marea Neagră. Are o lungime de 300 km, lățimea de 100 km, adîncimea medie de 357 m și maximă de 1 355 m (adîncimi mai mici de 100 metri se găsesc în Bosfor și în Dardanele).

Marea Mediterană este o mare caldă și — cu rare excepții — nu este bîntuită de gheţuri. În unele regiuni ale acestei mări se produc fenomene de miraj optic (acolo unde domnește o lipsă de precipitații, adică în zona dintre Marea Ionică și Libia) ; aici apar renumitele „fata morgana" ale strîmtorii Messina (între Sicilia și Peninsula Italică) și „sarab" (în apele golfului Sirta din nordul Africii), care, după cum indică „Instrucțiunile nautice", se arată în timpul vînturilor de sud. Această parte deșertică prezintă cea mai mare limpezime a atmosferei și cea mai mică nebulozitate.

Marea Mediterană este mult inferioară biologicește față de mările subarctice și chiar față de mările tropicale.

Marea Neagră reprezintă o prelungire a Mării Mediterane, de care se leagă prin strîmtorile Bosfor și Dardanele. Este așezată între paralelele de 46°32'5" și 40°55'5" latitudine nordică și între meridianele de 27°27' și 41°42' longitudine estică. Între aceste coordonate geografice, Marea Neagră are o lungime maximă de 1 150 km și o lățime de 611 km. Lungimea totală a țărmurilor este de 4 000 km, din care țărmul românesc reprezintă 6% ; cea mai mare lungime de litoral revine Uniunii Sovietice.

Suprafața Mării Negre este de 413 448 km^2, iar volumul apelor ei este de 529 954 km^3. Adîncimea maximă a Mării Negre atinge 2 245 m, iar cea medie — 1 197 m. De la țărm și pînă la izobata de 200 metri, fundul Mării Negre coboară lin, după care prezintă o pantă

foarte înclinată, adîncimile crescînd brusc către fund; înspre nord-vest izobata de 180 m se depărtează mai mult de țărm, ca rezultat al imenselor cantități de aluviuni aduse de principalele fluvii și rîuri (Dunărea [1], Nistrul, Bugul și Donul).

Trăsătura caracteristică a Mării Negre constă în faptul că este cuprinsă într-o zonă întinsă de uscat (masa continentală euroasiatică), ceea ce influențează îndeosebi particularitățile ei climatice.

Marea Azov se prezintă ca un golf nordic al Mării Negre, de care este legată prin strîmptoarea Kerci, adîncă de 5—19 m; are lățimea (N—S) de 150 km și lungimea (V—E) de 445 km, adică suprafața mării este de circa 38 000 km². Adîncimea Mării Azov este de 9 m (adîncimea maximă, de 13 m).

Marea Mexicană se prezintă ca un golf al Oceanului Atlantic. Diametrul cel mai mic al acestei mări este de 800 km, iar cel mai mare — de 1 760 km (suprafața ei e aproape de 4 ori mai mare decît a Mării Negre). Adîncimile Mării Mexicane sînt cuprinse între 3 000 și 4 000 metri; spre țărmurile peninsulei Florida, adîncimea mării este mult mai mică (pînă la 200 metri).

Marea Caraibilor este o mare interioară din zona tropicală umedă cuprinsă între insulele Cuba, Haiti, Porto-Rico, arcul Antilelor mici și țărmul de est al Americii (40°—43° longitudine estică și 37°—38° latitudine nordică). Ea are o suprafață de circa 1 543 000 km². Adîncimile sale medii sînt de 1 512 metri, iar cele maxime de 4 200 metri.

Recifele coralifere dantelează fără întrerupere țărmurile insulelor Cuba, Haiti, Porto-Rico, ale peninsulei Yukatan, ale statelor Honduras și Panama și ale Antilelor mici. Ele sînt mai mari pe țărmurile Columbiei și pe acelea ale Venezuelei.

Marea Hudson (golful sau „baia“ Hudson). Țărmul de nord al Canadei prezintă o mare excavație (circa 1 200 000 km²) în platoul continental, care formează toc-

[1] Dunărea aduce anual 753 milioane tone aluviuni.

mai Marea sau „baia“ Hudson (comunică cu Oceanul Atlantic prin strîmtoarea Hudson). Este o mare interioară cu adîncimi medii de 128 m (adîncimea maximă — 257 metri ; în strîmtoarea Hudson se întîlnesc adîncimi de pînă la 622 m).

Marea Sf. Laurențiu face parte din platoul continental al Americii de Nord și se întinde ca un mare estuar [1] al fluviului cu același nume, între Labrador și insulele Noua Scoție și Terra-Nova. Marea comunică cu Oceanul Atlantic prin strîmtorile Belle Isle (între Labrador și Terra-Nova) și Cabot (între Terra-Nova și Noua Scoție) ; are suprafața de circa 219 000 km², iar adîncimea, de 200 m ; în canalul Cabot crește pînă la 440—488 metri, în partea ei centrală.

În regiunea golfului Sf. Laurențiu se află insula Terra-Nova cu bancurile sale, unde există una din cele mai active vieți marine de pe glob. Dar nu numai bancurile, ci toată regiunea aceasta cu polul ei de ceață, cu ape polare reci, cu amestecul ei de ape salmastre, pe alocuri aproape dulci din cauza apelor terestre și a munților de gheață, constituie un furnicar imens de ființe vii, în special pești, printre care se numără renumiții somoni și moruni. În această regiune se întîlnesc la pescuit goelete, bricuri, vase mari, vase cu motor, prevăzute unele cu ambarcațiuni mai ușoare, care pescuiesc și aduc produsul lor la vasul-mamă. Printre pescuitori, în 1965, au apărut pentru prima oară și navele noastre „Constanța“ și „Galați“, care au adus în țară cantități însemnate de pește de ocean.

Marea Labrador, între coastele de sud-vest ale Groenlandei și peninsula Labrador.

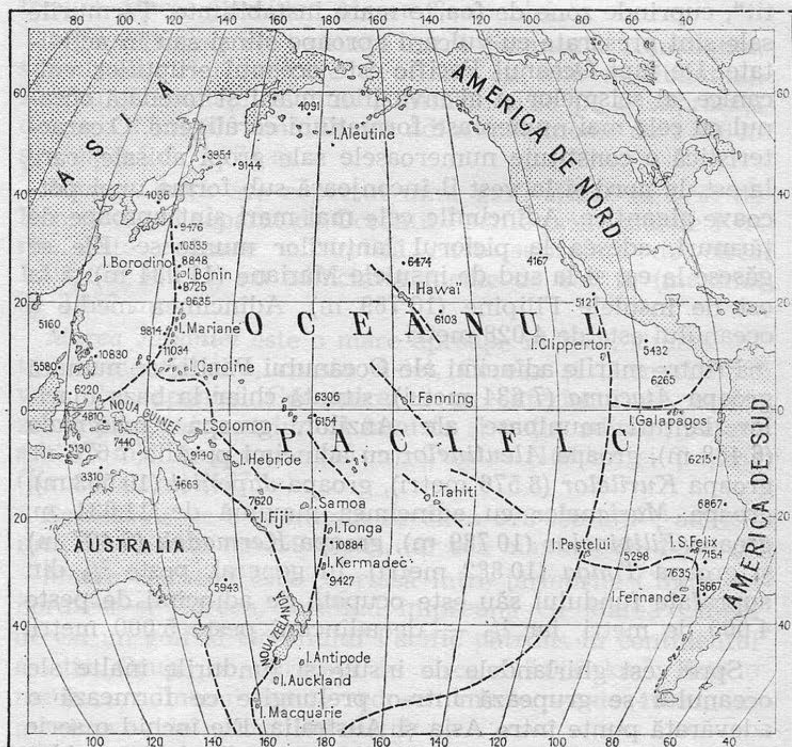
Golful Guineii, între coastele de vest ale Africii. El are o suprafață de 1 533 mil. km² și o adîncime maximă de 6 363 m.

Golful Gasconiei are adîncimea maximă de 5 120 metri.

[1] În mările unde fluxul și refluxul sînt puternice, gurile fluviilor se lărgesc și iau forma unui golf triunghiular, a cărui bază o formează marea. Asemenea golfuri se numesc estuare.

2. *Oceanul Pacific*

Spre deosebire de Oceanul Atlantic, Oceanul Pacific are o formă eliptică : mai deschis spre sud și aproape închis spre nord. Este cuprins între Asia, Australia și America, avînd ca limite : la nord — Marea Bering, la sud — Oceanul Austral, la est — țărmurile Americii, la vest — țărmurile Asiei și Australiei. Oceanul Pacific împreună cu toate mările sale secundare ocupă o suprafață de circa 179 680 000 km², fiind considerat cel mai mare dintre oceane. Comunicarea lui este mai întinsă cu oceanele In-



Oceanul Pacific

dian și Austral. În schimb cu Oceanul Arctic, prin Marea Bering (adîncă de 50 m), nu stabilește decît un foarte slab schimb de ape între cele două oceane. De asemenea, legătura cu Oceanul Atlantic prin canalul Panama (lung de 81 km, lat de 91 metri și cu adîncimea maximă de 12,5 m) nu contribuie la un schimb de ape între aceste oceane, canalul fiind cu ecluze.

Spre deosebire de Oceanul Atlantic care era foarte puțin cunoscut pînă la călătoriile lui Cristofor Columb, Oceanul Pacific a fost străbătut de băștinași cu mult înainte de sosirea europenilor.

Oceanul Pacific, cu toată denumirea sa de ocean „liniștit", cuprinde zone de foarte mare instabilitate. Țărmurile sale sînt presărate cu vulcani aproape stinși sau în activitate. De fapt Oceanul Pacific este oceanul erupțiilor vulcanice, al seismelor și al invaziilor mării și totodată oceanul cu cele mai numeroase formațiuni coraligene. O caracteristică o constituie numeroasele sale gropi abisale, care la est, la nord și la vest îl înconjoară sub forma unei potcoave gigantice. Adîncimile cele mai mari sînt aproape de țărmuri, adesea la piciorul lanțurilor muntoase. Ele se găsesc la est și la sud de insulele Mariane (11 034 m) și la est de insulele Filipine (10 789 m). Adîncimea medie a oceanului este de 4 028 metri.

Printre marile adîncimi ale Oceanului Pacific se numără groapa *Atacama* (7 634 metri), situată chiar la baza marilor lanțuri muntoase ale Anzilor, groapa *Guatemala* (6 488 m), groapa *Aleutinelor* cu adîncimi pînă la 7 678 m, groapa *Kurilelor* (8 576 metri), groapa *Japoniei* (10 553 m), groapa *Marianelor* cu adîncimea maximă de 11 034 m, groapa *Filipinelor* (10 789 m), groapa *Kermadek* (9 427 m) și groapa *Tonga* (10 882 metri). În general, peste $^2/_3$ din suprafața fundului său este ocupată de adîncimi de peste 4 000 de metri, iar $^1/_3$ — de adîncimi peste 5 000 metri.

Spre vest ghirlandele de insule și fundurile înalte ale oceanului se grupează într-o prelungire ce formează o adevărată punte între Asia și Australia. Ele închid o serie de mări marginale care au o alimentare fluvială considerabilă și sînt sediul unei intense vieți marine.

În partea de est a oceanului o dorsală începe pe fundul său de la sudul peninsulei California, taie ecuatorul, cuprinde insula Paștelui, de unde se îndreaptă apoi spre sud-vest către Antarctica. Din această dorsală principală se desprinde una care cuprinde insulele Galapagos și se întinde spre Panama. De la Insula Paștelui se desprinde o altă catenă, spre est și apoi se înconvoaie spre sud, spre țărmul Americii de Sud.

Mările și sinurile principale ale Oceanului Pacific sînt : Marea Bering, Marea Ohoțk, Marea Japoniei, Marea Galbenă, Marea Chinei de est, a Chinei de sud, Marea Sulu, Marea Celebes, Marea Banda, Marea Iava, Marea Californiei, Marea Coralilor, Marea Tasmaniei.

Marea Bering este situată între peninsula Kamciatka, strîmtoarea Bering (care o unește cu Marea Ciukotka), Alaska și insulele Aleutine, întinzîndu-se pe o suprafață de circa 2 304 000 km^2. Ea are adîncimea medie de 1 598 m și maximă de 4 773 m.

Marea Ohoțk are aspectul unui golf, situat la vest de Kamciatka și separat de Oceanul Pacific prin insulele Kurile. Este o mare subarctică, cu o suprafață de circa 1 590 000 km^2 și cu adîncimea medie de 859 m (maximă de 3 657 m).

Marea Japoniei este o mare aproape închisă, situată între insula Sahalin, coasta Asiei, Coreea și țărmurile de vest ale Japoniei. Comunicarea cu exteriorul se realizează prin patru strîmtori înguste și puțin adînci : Tatarschi (5 m), La pérouse (55 m), Țugaru (106 m) și Țușima (Kruzenștern) (167 m).

Se întinde pe o suprafață de circa 978 000 km^2 ; adîncimea medie este de 859 metri, iar cea maximă de 4 036 m.

Marea Galbenă este cuprinsă între țărmurile Chinei de nord-est și Coreea, formînd împreună cu Marea Chinei de est un golf al Oceanului Pacific pătruns în continentul asiatic. Ocupă o suprafață de circa 417 000 km^2. Este o mare cu adîncimi foarte reduse : media — de 40 m, iar maxima — de numai 106 metri.

Marea Chinei de est se întinde la sud de Marea Galbenă între limitele țărmului asiatic, Taivan și insulele

Riukiu, pe o suprafață de circa 752 000 km². Adîncimile medii sînt de 349 metri, iar cele maxime de 2 717 metri.

Marea Chinei de sud, împreună cu golfurile Siam și Tonkin, se întinde între insulele Taivan, Luzon, Palawan, Borneo și țărmul răsăritean al peninsulei Malacca. Partea de nord prezintă adîncimi mari (5 126—5 420 m), în timp ce partea de sud, care formează platoul continental al Indochinei, are adîncimi mult mai reduse (50—87 metri). Marea Chinei de sud comunică cu Oceanul Pacific prin strîmtoarea Bataan, situată între Taivan și Luzon. Cu Marea Sulu nu are legături decît prin strîmtori cu adîncimi reduse (excepție : strîmtoarea Mindoro de peste 1 000 metri). Cu Marea Iava comunicația se face prin strîmtorile dintre Borneo și Sumatera, cu adîncimi de sub 50 metri. Legătura cu Oceanul Indian se realizează prin strîmtoarea Malacca, cu adîncimi de 18 metri.

Marea Sulu formează un bazin complet izolat între insulele Palavan, Borneo, Mindanao și arhipelagul Sulu. Are suprafața de circa 348 000 km², cu adîncimi medii de 1 591 metri și maxime de 5 119 metri.

Marea Celebes este cuprinsă între insulele Mindanao, Celebes și Borneo și comunică cu Marea Iava prin strîmtoarea Makasar. Suprafața mării este de circa 435 000 km² ; ea prezintă adîncimi medii de 3 645 metri și maxime de 6 220 metri.

Marea Djava se întinde pe platoul continental al Indochinei, între insulele Borneo și Djava. Comunică cu oceanul prin strîmtoarea Sunda. Suprafața ei este de circa 480 000 km² ; adîncimile sînt reduse (medii — de 45 m și maxime — de 89 metri).

Marea Banda este situată la est de insulele Celebes și cuprinde mai multe bazine adînci (Flores, Ceram, Timor, Moluce). Are suprafața de circa 1 227 000 km² și este cea mai adîncă dintre toate mările din această regiune (7 260 metri).

Marea Arafura și *golful Carpentaria* se găsesc în nordul Australiei.

Marea Californiei este o mare interioară nu prea întinsă, formată de Oceanul Pacific pe țărmurile de vest ale Americii de Nord ; are suprafața de circa 117 000 km², cu adîncimi medii de 818 metri și maxime de 3 127 metri. Legă-

tura cu oceanul se face printr-o deschidere largă între Capul San Lucas și Capul Corrientes.

Marea Coralilor se întinde între Noua Guinee, Australia și Noua Caledonie. Comunică cu Marea Arafura prin strîmtoarea Torres. Suprafața acestei mări este de circa 4 791 000 km^2, iar adîncimile sale medii sînt de 2 394 metri și maxime de 9 140 m.

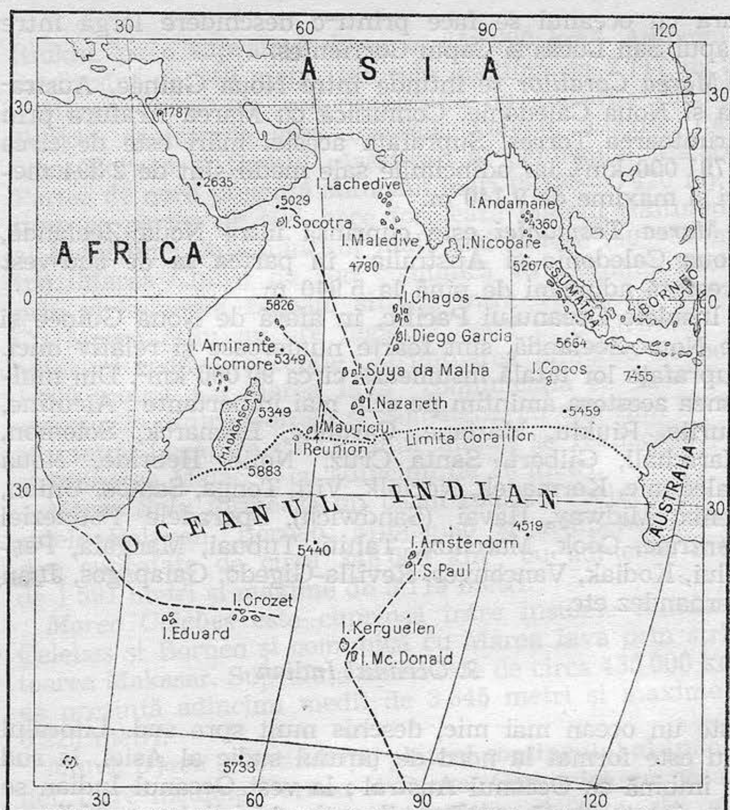
Marea Tasmaniei este cuprinsă între Noua Zeelandă, Noua Caledonie și Australia ; în partea sa de sud-vest prezintă adîncimi de pînă la 5 940 m.

Insulele Oceanului Pacific, în afară de Noua Guinee și de Noua Zeelandă, sînt foarte numeroase și relativ mici. Suprafața lor totală însumează circa 90 000 km^2. Din mulțimea acestora amintim pe cele mai importante : Aleutine, Kurile, Riukiu, Mariane, Caroline, Bismarck, Solomon, Marschall, Gilbert, Santa Cruz, Noile Hebride, Noua Caledonie, Kermadek, Norfolk, Viti, Tonga, Samoa, Union, Fenix, Midway, Havai (Sandwich), Sporadele Polineziei Centrale, Cook, Marchize, Tahiti, Tubuai, Mangaia, Paștelui, Kodiak, Vancouver, Revilla-Gigedo, Galapagos, Juan Fernandez etc.

3. *Oceanul Indian*

Este un ocean mai mic, deschis mult spre sud. Litoralul său este format la nord de țărmul sudic al Asiei, la sud se îmbină cu Oceanul Austral ; la vest Oceanul Indian se mărginește cu țărmurile estice ale Africii (pe meridianul de 20° est), iar la est, cu arhipelagul Malaiez și țărmul vestic al Australiei (meridianul de 147° est). Între aceste limite, Oceanul Indian acoperă o suprafață de circa 74 920 000 km^2. Adîncimea lui medie este de 3 897 metri, iar cea maximă de 7 450 metri (la sud de Djava).

Fundul Oceanului Indian este brăzdat de o creastă muntoasă, care pleacă din regiunea golfului Aden spre sud, și cuprinde grupurile de insule Saya da Malha, Amsterdam, St. Paul, Kerguélen, McDonald și se continuă spre Antarctica. Această creastă împarte bazinul Oceanului Indian în două chiuvete, răsăriteană și apuseană. De la Saya da Malha se desprinde o creastă spre nord-est, trecînd prin



Oceanul Indian

insulele Chagos spre sudul Indiei, iar alta spre nord-vest, spre insulele Seychelles.

Între Australia și dorsala central-indiană se află întinsa Depresiune vest-australiană, cu adîncimi pînă la 6 327 metri. La sud de Australia se află Depresiunea sud-australiană cu adîncimi pînă la 5 632 metri. La nord-estul depresiunii indo-australiene se află groapa Djavei, cu adîncimea maximă de 7 450 metri.

Poziția geografică a Oceanului Indian este caracteristică. El constituie singurul bazin uriaș de apă întins

aproape exclusiv în regiunea caldă. De asemenea, centura marilor mase continentale care îl înconjoară din trei părți este o particularitate a Oceanului Indian. Această așezare determină mari schimbări termice între uscat și mare și în consecință, vînturi periodice (musoni) ; aceste vînturi modifică, de la un sezon la altul, sensul curenților marini. Este singurul exemplu de influență puternică a continentelor asupra oceanului.

Insulele sînt rare și, cu excepția Madagascarului — o rămășiță a Gondvanei (continent scufundat) — majoritatea lor sînt coraligene (insulele Lacadive, Maledive și Chagos din sudul Indiei ; insulele Andamane și Nicobare, din golful Bengal ; insulele Cocos și Christmass (Crăciunului) din sudul Djavei ; insulele Amirante, Seychelles și Mascarene, din nord-estul Madagascarului ; insulele Amsterdam, St. Paul, Crozet și Kerguélen din sudul oceanului).

Mările și sinurile principale ale Oceanului sînt Marea Roșie, Marea Arabiei, Marea Persiei (golful Persic), Marea Andamană și Marea Bengal (golful Bengal).

Marea Roșie[1] este situată între peninsula Arabia și Egipt. Comunică cu Oceanul Indian prin strîmtoarea Bab-el-Mandeb și golful Aden, iar cu Marea Mediterană, prin canalul de Suez; acoperă o zonă lungă de 2 240 km și lată de 220—350 km (suprafața circa 450 000 km^2). Adîncimile sale variază între 1 000 și 2 000 m, maximele fiind de 2 605 m. În strîmtoarea Bab-el-Mandeb, adîncimile se reduc la 58—65 m.

Marea Arabiei se întinde între Arabia și India, avînd ca limită nordică golful Oman. Acesta o desparte de Marea Persiei. În partea sa centrală are adîncimi de 4 425—4 436 m (pe direcția nord-sud), iar spre țărmurile Arabiei — de 5 029 m.

Marea Persiei (golful Persic) se prezintă ca un golf al Mării Arabiei, prelungit spre platoul continental al Asiei meridionale pe o suprafață de circa 232 000 km^2. Spre sud-est, această întindere marină comunică prin strîm-

[1] Își datorează numele sumedeniei de alge roșii (*Trichodesmium erithreum*) dezvoltate în apele sale

toarea Ormuz cu Marea Arabiei. Prezintă adîncimi reduse (62—89 m spre nord și cca 100 metri în strîmtoarea Ormuz).

Marea Andamană este situată la vest de Indochina, între ghirlanda de insule Andamane și Nicobare. Suprafața sa este de 602 000 km^2, cu adîncimi medii de 1 096 m și maxime de 4 171 m.

Marea Bengal (golful Bengal) se întinde la vest de Marea Andamană, de-a lungul țărmurilor de sud-est ale Indiei. Are suprafața de circa 2 172 000 km^2. Ca și Marea Arabiei, ea prezintă o înclinare a fundului de la nord la sud, cu adîncimi medii de 2 586 m și maxime de 5 258 m.

4. Oceanul Arctic[1]

Acest ocean reprezintă cea mai mare întindere de apă marină înghețată de pe glob. Are o formă triunghiulară, delimitată de Groenlanda, de arhipelagul insulelor arctice americane, de țărmurile peninsulei Alaska și de țărmurile Uniunii Sovietice și ale Norvegiei.

Oceanul Arctic comunică cu Oceanul Atlantic prin larga deschidere dintre Groenlanda și Norvegia — o întindere de apă al cărei fund prezintă mai multe praguri submarine. O altă comunicare cu Oceanul Atlantic se stabilește și prin intermediul Mării Baffin, de care se leagă prin strîmtorile Smith, Robeson și Kenedy, precum și prin canalele întortocheate și ramificate dintre insulele arhipelagului arctic american. Legătura sa cu Oceanul Pacific, prin Marea Bering, nu reprezintă un mijloc activ de comunicare a apelor dintre cele două oceane.

Ca rezultat al mișcării scoarței pămîntului, legătura Oceanului Arctic cu Oceanul Pacific și cu Oceanul Atlantic s-a întrerupt de cîteva ori, iar insulele arctice s-au unit din cînd în cînd cu continentul. Cele mai importante dintre ele sînt : Groenlanda și insulele arhipelagului ca-

[1] *Arctos* (grec) — constelația Ursa Mare. *Arcticos* (grec) — septentrional, boreal sau nordic (Polul Nord).

nadian, apoi Franz Joseph, Spitzbergen, Novaia Zemlea, Severnaia Zemlea, Novosibirsk (Noua Siberie) și Vranghel.

Dintre mările legate de Oceanul Arctic amintim : Marea Groenlandei, Marea Norvegiei, Marea Barenț, Marea Albă, Marea Kara, Marea Laptev, Marea Siberiei orientale, Marea Ciukotka, Marea Beaufort, Marea Kane, Marea Baffin, Marea Hudson, precum și golfurile Obi și Ienisei.

Marea Groenlandei este situată în nordul Islandei, spre țărmurile de est ale Groenlandei. Ar putea fi considerată ca o parte din Marea Norvegiei, de care se deosebește prin faptul că este o mare înghețată. Are suprafața de cca 1 205 000 km². În partea de est atinge adîncimi de 1 000—3 000 m. La nord de insulele Jan Mayen prezintă două depresiuni cu adîncimi de 3 650—4 846 m.

Marea Norvegiei se găsește dincolo de țărmurile vestice ale Norvegiei. Are suprafața de cca 1 383 000 km². În partea de est prezintă adîncimi de 500—2 000 m, iar în partea de vest adîncimile cresc pînă la 3 860 m.

Marea Barenț se întinde între insulele Svalbard (Spitzbergen), arhipelagul insulelor Franz Joseph, Novaia Zemlea și țărmurile Europei. Are suprafața de circa 1 405 000 km². Din cauza curenților din Oceanul Atlantic, deseori ea este lipsită de ghețuri. Adîncimea sa medie este de 229 m, iar cea maximă de 600 metri.

Marea Albă are aspectul unui golf al Mării Barenț (suprafața de circa 90 000 km²). Din cauza afluxului important de ape dulci din golful Kandalakșa, ale fluviilor Onega și Dvina de nord, precum și datorită slabei acțiuni a hulei și a valurilor, Marea Albă este acoperită de gheață din octombrie pînă în aprilie. Pe o mare întindere, ea are adîncimea de 100 metri, cu excepția părții de vest, unde adîncimea atinge 330 m, în golful Kandalakșa.

Marea Kara este situată la sud-est de insula Novaia Zemlea și la vest de Severnaia Zemlea (suprafața cca 883 000 km²). În partea de sud-est prezintă adîncimi reduse (cca 50 m) ; spre nord, adîncimile cresc pînă la 620 m, iar spre est, pînă la 340 m.

Marea Laptev se găsește mai la est, între insulele Severnaia Zemlea și Novosibirskie (suprafața — cca 650 000

km²). Adîncimea medie este de 519 m, iar adîncimea maximă de 2 980 m.

Marea Siberiei orientale se întinde între insulele Novosibirskie și Vranghel, pe o suprafață de circa 900 000 km². Este cea mai puțin adîncă mare din Oceanul Arctic; adîncimea sa medie este de 58 m, iar cea maximă de 155 m.

Marea Ciukotka se găsește în partea de nord-est a Asiei, între insula Vranghel, peninsula Ciukotka și Alaska (suprafața cca 582 000 km²). Este o mare puțin adîncă; în partea centrală prezintă adîncimi de cel mult 160 metri.

Marea Beaufort se întinde la nord de Alaska, pe o suprafață de cca 467 000 km². Are adîncimea de 4 683 m.

Marea Kane ocupă o depresiune mică, delimitată de țărmul nord-vestic al Groenlandei și de țara lui Ellesmere. Adîncimea ei nu depășește 154 m.

Marea Baffin se întinde între Țara lui Baffin și Groenlanda (suprafața — cca 476 000 km²). Adîncimea sa maximă este de 2 136 m. La sud această mare este limitată de Oceanul Atlantic prin pragul groenlando-canadian care întretaie strîmtoarea lui Davis.

Cu toată natura aspră a Oceanului Arctic prin mările lui navighează astăzi spărgătoare de gheață și, pe drumul croit de ele, vapoare încărcate cu mărfuri. Peste pustiul de gheață zboară avioane, iar cercetările întreprinse în ultimii ani au scos la iveală bogății, a căror valorificare economică a și început.

5. *Oceanul Austral*

Oceanul Atlantic, Oceanul Pacific și Oceanul Indian se reunesc în partea lor de sud cu apele Oceanului Austral, fără să apară vreo limită geografică între ele. Există însă deosebiri meteorologice și fizice, fenomene ale naturii care determină totuși o limită între ele.

Oceanul Austral se caracterizează la suprafață prin centre atmosferice depresionare, care se mișcă continuu și dau naștere unui regim ciclonic de vînturi cu direcția generală de la vest spre est. Ele nu întîlnesc nici un ob-

stacol în drumul lor, afară de vîrful meridional al Americii de Sud, fără însă ca acesta să le oprească. Oceanul Austral, aproape în totalitatea sa, spre deosebire de celelalte oceane, nu este supus acţiunilor mecanice şi termice care îşi au originea pe continente şi produc centrele anticiclonice şi curenţii marini. El este însă influenţat direct de prezenţa continentului antarctic, care acţionează asupra caracterelor fizice de suprafaţă şi chiar de adîncime ale acestui ocean (prin acoperirea în parte a suprafeţei lui cu aisberguri). Spre deosebire de celelalte oceane, Oceanul Austral nu prezintă aproape niciodată o suprafaţă plată, adică fără nici o încreţitură. Apele sale sînt domeniul ce-

Oceanul Austral

lor mai lungi hule și celor mai înalte valuri, produse neîncetat de vînturi mereu reînnăscute. Fenomenele electrice se traduc rar aici prin descărcări violente. Aurorele polare devin mai frecvente și mai importante o dată cu creșterea latitudinilor, iar strălucirea lor este așa de vie, încît uneori poate lumina drumul navelor.

Oceanul Austral este cel mai sărac în insule[1]. Privind harta lui, constatăm prezența insulelor Falkland și Kerguélen, aproape pe aceeași latitudine. Celelalte insule, izolate și răspîndite în ocean, sînt mult mai mici și așezate pe socluri submarine. Există și un arhipelag în arc de cerc, compus din insulele Georgia de sud, Sandwich de Sud și Orcadele de Sud, care stabilește legătura structurală cu America de Sud prin insulele Falkland și cu Antarctida, prin Țara Graham. Afară de acestea mai sînt de amintit insulele Tristan da Cunha și Diego Alvarez în sudul Atlanticului, iar pe meridianul Parisului, insula Bouvet. În sudul Pacificului nu există insule, pe cînd la sud de Oceanul Indian sînt presărate, la mari distanțe unele de altele, insulele Marion, Crozet, Amsterdam, St. Paul, Heard, McDonalt, iar în jurul Noii Zeelande se găsesc insulele Chatham, Auckland, Campbell și Macquarie.

Mările antarctice legate de Oceanul Austral sînt : Marea Ross între Țara Victoria și Țara lui Eduard al VII-lea, cu o adîncime maximă de numai 668 m ; Marea Bellingshausen, între strîmtoarea Drake și Țara Charcot, cu adîncimi de aproape 2 000 de m ; Marea Weddell, între insulele Graham, insulele Orcadele de Sud și Sandwich de Sud, cu adîncimi pînă la 6 000 m ; Marea antilelor Meridionale, între insulele Georgia de Sud, Sandwich de Sud și Orcadele de Sud, cu adîncimea maximă de 6 468 m. La nord-est de insulele Sandwich de Sud se întinde depresiunea argentiniană, cu adîncimea de 8 252 m ; cea mai mare a Oceanului Austral.

[1] În largul acestui ocean, spre est de insula Campbell, unde meridianul de 180° se întretaie cu paralea 55° S, se află „polul oceanic al globului terestru".

D. REPARTIȚIA MĂRILOR PE BAZINE OCEANICE

Răspîndirea generală a mărilor pe bazine oceanice este următoarea :

Denumirea oceanelor și a mărilor	Suprafața în mil. km²	Volum în mil. km³	Adîncimi în m	
			medii	maxime
I. Oceanul Arctic				
Marea Groenlandei	1 205	1 740	1 444	4 846
„ Norvegiei	1 383	2 408	1 742	3 860
„ Barenț	1 405	322	229	600
„ Albă	90	8	89	330
„ Kara	883	104	118	620
„ Laptev	650	338	519	2 980
„ Siberiei orientale	900	53	58	155
„ Ciukotka	582	51	88	160
„ Beaufort	467	478	1 004	4 683
„ Baffin	476	593	881	2 136
„ Kane	—	—	—	154
II. Oceanul Atlantic				
Marea Baltică	415	38	86	459
„ Nordului	544	52	96	433
„ Irlandei	—	—	—	272
„ Mediterană	2 505	3 754	1 498	4 594
„ Tireniană	—	—	—	—
„ Adriatică	—	—	—	—
„ Ionică	—	—	—	—
„ Egee	—	—	—	—
„ Marmara	11	4	357	1 355
„ Neagră	413	537	1 197	2 245
„ Azov	38	0,3	9	13
„ Hudson	1 232	92	112	622
„ Labrador	—	—	—	—
„ Sf. Laurențiu (Estuarul Sf. Laurențiu)	219	—	—	488
„ Mexicană (golful Mexic)	1 760	—	—	4 000
„ Caraibilor	1 543	2 332	1 512	4 200

(continuare)

Denumirea oceanelor și a mărilor	Suprafața în mil. km²	Volum în mil. km³	Adîncimi în m	
			medii	maxime
III. Oceanul Indian				
Marea Persiei (golful Persic)	232	—	—	100
„ Roșie	450	251	558	2 605
„ Arabiei	—	—	—	5 029
„ Andamană	602	660	1 096	4 171
„ Bengal (golful Bengal)	2 172	5 616	2 586	5 258
IV. Oceanul Pacific				
Marea Bering	2 304	3 683	1 598	4 773
„ Ohoțk	1 590	1 365	859	3 657
„ Japoniei	978	1 713	859	4 036
„ Japoniei interioare	—	—	—	—
„ Galbenă	417	17	40	106
„ Chinei de est	752	263	349	2 717
„ Chinei de sud	—	—	—	5 420
„ Sulu	348	553	1 591	5 120
„ Celebes	435	1 586	3 645	6 220
„ Banda	1 227	2 805	—	7 260
„ Californiei (golful Californiei)	117	145	818	3 127
„ Djava	480	22	45	89
„ Coralilor	4 791	11 470	2 394	9 140
„ Tasmaniei	—	—	—	5 940
V. Oceanul Austral				
Marea Ross	—	—	—	668
„ Bellingshausen	—	—	—	2 000
„ Weddell	—	—	—	6 000
„ Antilelor Meridionale	—	—	—	6 468
„ Depresiunei Argentiniene	—	—	—	8 252

Partea a II-a

RELIEFUL MĂRILOR ȘI AL OCEANELOR

(continuare)

Denumirea oceanelor și a mărilor	Suprafața în mii km²	Volum în mii km³	Adîncimi în m	
			medii	maxime
III. Oceanul Indian				
Marea Persică (golful Persic)	237	—	—	100
„ Roșie	450	251	558	2 604
„ Arabiei	—	—	—	5 490
„ [illegible]	[illegible]	660	1 096	4 171
„ Bengal (golful Bengal)	2 172	5 616	[illegible]	5 258
IV. Oceanul Pacific				
Marea Bering	2 304	3 683	1 598	4 773
„ Ohotsk	1 590	1 365	859	3 657
„ Japoniei	978	1 713	[illegible]	4 036
„ Japoniei interioare	—	—		—
„ Galbenă	417	17	40	106
„ Chinei de est	752	235	349	2 717
„ Chinei de sud	—	—	—	5 420
„ Sulu	348	553	1 591	5 119
„ Celebes	435	1 586	3 645	6 220
„ Banda	[illegible]	[illegible]	—	7 260
„ Californiei (golful Californiei)	177	145	818	3 127
„ [illegible]	460	29	63	[illegible]
„ Coralilor	4 791	11 470	2 394	9 140
„ Tasmaniei		—	—	5 940
V. Oceanul Austral				
Marea Ross	—	—	—	686
„ Bellingshausen	—	—	—	2 000
„ Weddell	—	—	—	6 000
„ Antilelor Meridionale	—	—	—	8 458
„ Depresiunei Argentiniene	—	—	—	5 252

III

EVOLUȚIA GEOLOGICĂ A MĂRILOR ȘI OCEANELOR

A. ETAPELE VIEȚII PĂMÎNTULUI

Actualul aspect al hidrosferei reprezintă un stadiu al dezvoltării ei.

Cu milioane de ani în urmă, suprafața Pămîntului era cu totul alta. Unii oameni de știință presupun chiar că uscatul se întindea pe atunci peste tot. În această lumină despre apariția pe suprafața globului terestru a acelor două domenii distincte — oceanic și continental — se poate vorbi numai după „formarea" apei.

Știința modernă a împărțit timpul scurs de la formarea Pămîntului ca planetă și pînă în zilele noastre, în cinci mari subdiviziuni, erele : arhaică, proterozoică, paleozoică, mezozoică și neozoică sau kainozoică. Erele, la rîndul lor, au fost împărțite în perioade, acestea în epoci, iar apoi în etaje sau vîrste. În fiecare din subdiviziunile timpului geologic au trăit animale și plante, ale căror resturi s-au păstrat în straturile Pămîntului.

Era arhaică cuprinde timpul de cînd Pămîntul a devenit planetă și pînă la apariția primelor viețuitoare care au lăsat urme fosile.

Spre sfîrșitul erei arhaice, cu peste două milioane de ani în urmă, atunci cînd temperatura apelor mării a coborît sub 40° C, în aceste ape au luat naștere cele mai

simple viețuitoare microscopice. În era următoare, proterozoică, viețuitoarele simple cum sînt coralii, scoicile și altele s-au înmulțit, răspîndindu-se în toate mările.

Deoarece salinitatea oceanului planetar actual este un bilanț al acumulării sărurilor în decursul întregii perioade de existență a hidrosferei marine, se poate presupune că salinitatea mărilor precambriene era mai mică. În proterozoic, salinitatea era probabil de 2,5 pînă la 1%. Mările vechi se prezentau deci ca niște lacuri imense cu apă salmastră. De asemenea, proporția principalilor componenți ai apei de mare era diferită de cea actuală. La începutul erelor geologice, mările erau sărace în carbonați, iar scheletul multor organisme marine nu era calcaros, ci format din silice sau chitină. Apa și aerul conțineau mult bioxid de carbon și puțin oxigen.

O trăsătură caracteristică a timpurilor arheozoice este formarea unui strat de sial (înveliș granitic) continuu al Pămîntului, ca rezultat al diferențierii învelișului bazaltic primar.

Era paleozoică se caracterizează prin apariția primelor viețuitoare; de fapt, istoria vie a Pămîntului începe cu această eră. Domeniul oceanic din acea vreme era sediul unei vieți intense, manifestate atît prin apariția diferitelor protozoare (foraminifere), celenterate (radiolari), brachipode[1], cefalopode[2] dar mai ales prin trilobiți (crustacei fosile).

Uscatul și mările aveau acum o repartiție simplă. La sfîrșitul cambrianului, ridicările și scufundările au modificat în repetate rînduri raportul dintre uscat și mare. Tot în această perioadă (și în silurian) continuă formarea învelișului sialic (în geosinclinale) și creșterea volumului total al complexului sedimentar. Schimbarea condițiilor ecologice, determinată de redistribuirea uscatului și a mării, variațiile de climă și variațiile caracterului fizic al învelișului au servit ca stimulent pentru dezvoltarea continuă a lumii organice. În silurian apar primii pești.

[1] Animale marine fixe, fără cap și fără picioare, avînd corpul acoperit cu o cochilie bivalvă.

[2] Moluște cu cap distinct, prezentînd o coroană de brațe (tentacule) în jurul gurii.

În istoria lumii organice trebuie considerate ca momente de răscruce : apariția amfibiilor, a insectelor, a coralilor și a ferigilor (în devonian), a gimnospermelor (în carbonifer) și a reptilelor (în permian). Pe uscat, dezvoltarea intensă a vegetației superioare era însoțită de un mare consum de bioxid de carbon, cu degajare de oxigen. Clima era mai caldă ca astăzi, dovadă apariția coralilor în nordul Europei.

În etapa hercinică (devonian, carbonifer și permian) se complică mișcările oscilatorii ale litosferei. O porțiune din America de Nord, Groenlanda, Atlanticul septentrional și Țările Scandinave formau marele continent boreal. În sudul acestui continent se ridica lanțul de munți numit Huronian, iar în carbonifer — Munții Hercinici, care ocupau locul Alpilor de azi și se întindeau pînă în Dobrogea.

În emisfera de sud se găsea un continent mai mare (Gondvana) care se întindea din America de Sud pînă în Australia, ceea ce arată neîndoielnic că pe amplasamentul actualelor oceane Atlantic de sud și Indian se întindea uscatul. Între aceste două continente se afla Oceanul Tethys, care-și modifica necontenit țărmurile. Nici Oceanul Atlantic, nici Oceanul Indian nu existau pe atunci. În schimb, Oceanul Pacific era mult mai mare și se întindea peste o bună parte din vestul celor două Americi, pînă în regiunea de est a Asiei. Cercetările geofizice actuale scot la iveală faptul că partea lui centrală are fundul de altă natură (bazaltică) decît a continentelor. Relieful este șes, iar vulcanii aruncă lavă cu totul deosebită de aceea a vulcanilor continentali. Învelișul de roci depus peste fundul inițial este subțire. Toate datele arată că partea centrală a Oceanului Pacific a crescut considerabil prin alipirea continuă a noi întinderi de apă, în urma prăbușirii unor întinse porțiuni de uscat.

În partea de nord a Oceanului Atlantic a existat un lanț de munți ce aparținea unui presupus continent numit Eria, care făcea legătura între Canada și nordul Europei. El a început să se scufunde în era mezozoică și azi se prezintă ca un platou submarin pe care sînt întinse cablurile telegrafice dintre Europa și America de Nord.

De asemenea, datele geologice referitoare la partea centrală a Oceanului Atlantic arată că domeniul marin a existat încă de la începutul acestei ere și a persistat pînă la sfîrșitul mezozoicului, cînd prin formarea unui lanț muntos a apărut „continentul“ Atlantida [1], prăbușit după cîte se pare în timpurile mai apropiate de noi.

Sudul Oceanului Atlantic, la începutul formării scoarței Pămîntului, făcea corp comun cu partea lui centrală. În cambrian și în silurian, el a devenit uscat și a contribuit la formarea vastului continent al Gondvanei.

O evoluție asemănătoare cu partea de sud a Oceanului Atlantic a avut-o — în bună parte — și Oceanul Indian. Din Madagascar și pînă în India se întindea continentul numit Indo-malgaș, care făcea parte din blocul Gondvanei. Cercetările geofizice au arătat că numai partea de est a Oceanului Indian este veche, apărută probabil la începutul formării scoarței Pămîntului.

Era mezozoică se caracterizează printr-o mare dezvoltare a cefalopodelor, cu apariția strămoșilor păsărilor (în jurasic). Acum domină reptilele. Foraminiferele existau, ca și azi, în număr mare în domeniul oceanic, iar depozitele lor calcaroase au dat naștere la straturi de cretă groase de zeci de metri. De asemenea, coralii au construit insule ca cele din vremea noastră. Mult răspîndite erau și echinodermele [2], brachipodele și moluștele, dintre care unele, ca trigonia (cu cochilia triunghiulară) și diceras (cu cochilia în formă de coarne), ale

[1] N. V. Jirov consideră că scufundarea Atlantidei (insula Atlantis) relatată de Platon în „Timeos“ și „Cristias“ este reală și că acest cataclism s-a produs în antropogen, aproximativ în al 10-lea mileniu înaintea erei noastre. Legendele indienilor din America despre existența Atlantidei, legenda „Potopului“ sau a altui cataclism în mitologia diferitelor popoare, și-ar avea originea tocmai în această catastrofă a Atlantidei. Atlantida s-ar fi aflat cam în regiunea spinării tectonice din mijlocul Atlanticului, în dreptul Azorelor. Dispariția Atlantidei, precedată de o lungă perioadă de instabilitate tectonică, ar fi avut un rol hotărîtor în apariția Gulfstreamului și deci în retragerea ghețarilor din nordul Europei.

[2] Animale marine cu corpul radiat, dar cu simetrie bilaterală (de ex. steaua de mare).

căror tipare se pot culege din stînca de la Cernavodă, au dispărut.

Mezozoicul a fost o eră de relativă stabilitate, cu procese organice slabe. Totuşi, în această perioadă au avut loc mari schimbări în conturul domeniului oceanic. Astfel, Marea Mediterană sau Marea Tethys, care exista încă din era primară, în acele timpuri unea jumătatea de vest a Oceanului Pacific cu Oceanul Atlantic de sud, întinzîndu-se de la insulele Antile pînă la Noua Zeelandă. Europa era aproape toată sub apă şi cu ea şi ţara noastră. Numai Munţii Măcinului formau o mică insulă în această mare. Formaţiunile geologice de vîrstă triasică, jurasică şi cretacică existente în Munţii Alpi, Carpaţi, Caucaz, Himalaia, Anzi etc. dovedesc că pe locul actualelor zone muntoase au fost în acele timpuri mări adînci.

Era neozoică se caracterizează prin mişcări orogenice ale scoarţei terestre. Din triasic şi pînă în paleogen au avut loc trei scufundări lente ale geosinclinalelor şi ale platformelor şi s-au produs primele faze mari de orogeneză, iar în paleogen şi neogen au avut loc noi ridicări vaste, însoţite de faze orogenice puternice, care au definitivat structurile cutate alpine. Resturile vechiului continent Gondvana s-au dislocat în mai multe părţi ; o parte s-a scufundat în apele Oceanului Atlantic de sud şi în apele Oceanului Indian ; ceea ce a rămas s-a păstrat sub forma unor blocuri continentale izolate : brazilian, african, indian, australian şi antarctic. Pînă în perioada terţiară a existat un continent în partea de nord a Oceanului Atlantic. Partea centrală a fundului Oceanului Pacific are, de asemenea, o structură de platformă, ceea ce înseamnă că şi aici a existat cîndva un continent.

În această epocă devin predominante bazinele oceanice. De aceea este lesne de înţeles de ce geologii nu descoperă depozite de apă adîncă în componenţa vechilor roci sedimentare, căci pînă în kainozoic nu au existat oceane adînci.

Formarea bazinului Oceanului Atlantic datează din terţiar ; Atlanticul septentrional s-a format aproape complet în miocen. Un istm între Groenlanda şi insulele Britanice,

care cuprindeau Islanda, constituia singura rămășiță a vechiului continent.

La începutul perioadei terțiare, Marea Tethys (Marea Mediterană) cuprindea Pirineii și Alpii de azi, acoperea o parte din teritoriul pe care-l ocupă astăzi Spania, nordul Africii, Europa meridională, Asia Mică, U.R.S.S. și ajungea pînă aproape de Munții Himalaia. Mai tîrziu, prin formarea Munților Himalaia, Carpați, Alpi și Masivul Central, Marea Tethys s-a retras necontenit spre vest și a lăsat în urma ei Marea Caspică și Lacul Aral. Spre sfîrșitul terțiarului ia naștere Marea Neagră și se formează insulele arhipelagului egeean, prin prăbușirea uscatului dintre Asia și Europa. În felul acesta, treptat-treptat, continentele se modelează, căpătînd actualul lor contur.

În regiunile polare și temperate, începutul perioadei cuaternare se caracterizează prin cea mai mare glaciație din istoria planetei noastre (suprafața ghețarilor atingea 43 mil. km^2 și ocupa peste 29% din suprafața totală de atunci a uscatului).

Perioada cuaternară (antropogenă) începe o dată cu apariția omului.

B. MIȘCĂRILE CONTINENTELOR

Încă de la începutul secolului al XX-lea, printre alte concepții menite să explice actuala înfățișare a globului terestru, a apărut și teoria migrației continentelor, datorată savantului austriac Alfred Weggener. La început aprig combătută, ea a fost abandonată o vreme, dar a cunoscut o nouă strălucire în ultimele decenii, fiind reluată în discuție și la Congresul oceanografic internațional ținut la New York în luna septembrie 1959.

Conform ideilor actuale despre deplasările continentelor pe fața globului, continentul european și cel nord-american s-ar depărta unul de altul cu o viteză de aproximativ un metru la o mie de ani. S-a mai afirmat, cu același prilej, că oceane noi ar fi în curs de formare din Marea Roșie și din Golful Californiei ; cu alte cuvinte, că Africa ar avea tendința să se despartă de Asia, iar

peninsula californiană ar tinde spre o derivă în largul Oceanului Pacific.

Doctorul Maurice Ewing, decanul Observatorului geologic Lomont de la Universitatea Columbia, a insistat asupra semnificației deosebite a crăpăturilor uriașe care există în mijlocul bazinelor oceanice, mai cu seamă în Oceanul Atlantic. După el, acestea au putut lua naștere ca urmare a unei tensiuni căreia i s-ar datora însăși formarea marilor bazine oceanice. Cu toate acestea, savantul nu împărtășește teoria continentelor „derivante", pe o bază mai mult sau mai puțin plastică, a lui A. Weggener.

În același congres s-a subliniat că, dacă crăpăturile oceanice sînt zone de expansiune, s-ar putea foarte bine ca continentele să nu fie împinse ca niște plute pe un lac, ci presate, ceea ce ar explica formarea „cutărilor" munților.

Teoria expansiunii crăpăturilor oceanice este sprijinită de faptul că acestea sînt relativ tinere, căci după fosilele descoperite, cea mai veche crăpătură din Pacific n-ar avea mai mult decît vreo sută de milioane de ani.

În anul 1963, o expediție de oceanografi englezi, care a lucrat în Oceanul Indian, a găsit noi probe în sprijinul teoriei care susține că în urmă cu 250 milioane de ani continentele pămîntului erau unite într-un singur bloc. Oceanografii au examinat insulele Seychelles, ajungînd la concluzia că ele au fost odată unite cu continentul african și probabil și cu India. Savanții englezi au invocat următoarele argumente :

1. Insulele Seychelles sînt formate din granit, în timp ce alte insule așezate în mijlocul oceanelor sînt formate din materiale de origine vulcanică. Granitul insulelor Seychelles — vechi de circa 750 milioane de ani — este de același tip cu rocile descoperite în Africa și în India.

2. Lanțul de corali din jurul insulelor Seychelles este subțire, numai de 100 de metri, în vreme ce în jurul insulelor de formație vulcanică ajunge să depășească 1 km și jumătate.

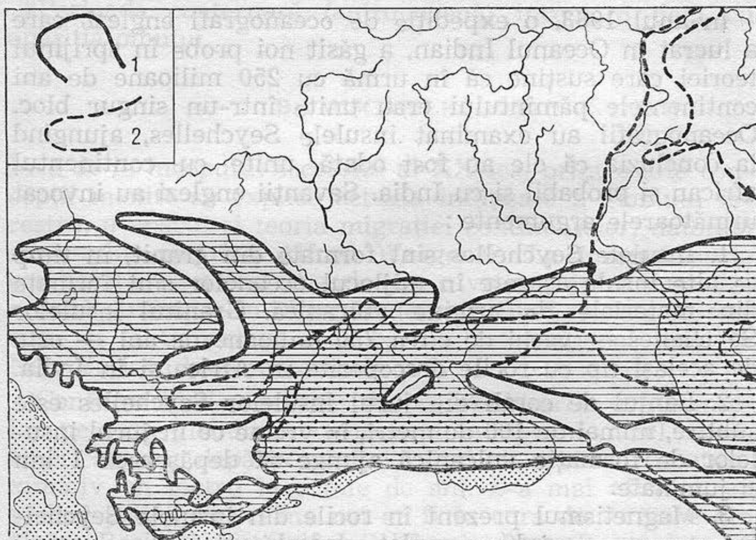
3. Magnetismul prezent în rocile din insulele Seychelles are un „nord" complet deosebit de cel pe care-l arată astăzi busolele.

Fapt este că, în timp ce paleomagnetismul dovedește deriva continentelor, explorarea oceanelor aduce noi probe în susținerea acestei teorii. Tehnica actuală permite înregistrarea continuă a undelor seismice, obținerea de ecograme care arată exact topografia fundului marin. Mai mult, o aparatură seismică poate cartografia sedimentele aflate sub stratul superficial de pe fundul oceanelor.

C. EVOLUȚIA GEOLOGICĂ A MĂRII NEGRE

Bazinul Mării Negre reprezintă o relicvă a oceanului ce înconjura în trecutul îndepărtat globul nostru asemenea unui brîu și pe care geologii l-au numit Marea Tethys.

În timpurile geologice mai recente, în miocenul superior, Marea Neagră făcea parte dintr-un complex de bazine cu totul separate de Mediterana, care alcătuiau Marea Sarmatică. Ea îngloba actuala Mare Neagră, cu anexa



Marea Sarmatică

ei — Marea Azov —, Marea Caspică și Lacul Aral ; după cum arată Grimm, complexul Sarmatic se prelungea din bazinul Vienei pînă dincolo de lanțul Uralilor și pînă în Oceanul Arctic. În interiorul Mării Sarmatice se găseau o serie de insule, reprezentate prin lanțul actual al Munților Carpați, Munții Caucaz, nordul Dobrogei și sudul Crimeei.

În timpuri și mai noi, în pliocen, întinderea primitivă a acestei mări s-a redus la limitele bazinului Aralo-caspo-pontic sau la așa-zisa Mare Pontică, din care se desprind în cuaternar cele trei bazine marine actuale, bazinul Mării Negre conținînd apă și mai îndulcită decît cel al Mării Sarmatice.

Formele și dimensiunile de mai tîrziu ale Mării Negre au fost constatate după fosilele găsite în diferite straturi în mările sau în porțiunile lor, denumite Marea Sarmatică, Marea Meotică, Marea Pontică, Marea Cimerică (cu Golful Dacic), Bazinul Levantin etc.

Tot în cuaternar s-a prăbușit pragul care despărțea Marea Neagră de Marea Mediterană și a luat naștere Bosforul. Prin acesta încep să comunice apele celor două mări. Evenimentul, la care, probabil a asistat și omul, apărut de curînd, a schimbat profund caracterele fizice, chimice și biologice ale apelor Mării Negre, cu importante consecințe biooceanografice.

Cea mai mare parte din fauna Mării Negre a pierit, ca urmare a creșterii salinității, iar o mică parte s-a retras în zonele mai îndulcite ale Mării Negre (limanuri, gurile fluviilor), supraviețuind și astăzi sub formă de faună relicvă ponto-caspică.

Scurgerea apei din Marea Mediterană, prin strîmtoarea Bosfor, amestecată cu apa salmastră a Mării Negre, rămasă din Marea Sarmatică, a făcut ca salinitatea Mării Negre să conțină astăzi numai 17—18 grame săruri la litrul de apă, adică să fie de două ori mai redusă decît a oceanelor și a Mării Mediterane. Din cauza influenței apelor mediterane ce intră prin Bosfor s-au format două straturi de apă bine distincte, de salinități diferite, ce nu se amestecă între ele. Pînă la izobata de 180 m există

un strat de apă bine aerat ce oferă posibilităţi mari de viaţă animalelor şi plantelor acvatice.

De la 180 m adîncime pînă la fund (adică 65% din suprafaţa totală a fundului Mării Negre sau 9/10 din volumul ei) se întinde zona hidrogenului sulfurat produs de bacteriile anaerobe, zonă în care viaţa animalelor nu se poate dezvolta. Marea Neagră, deşi lipsită de faună de adîncime, conţine o anumită bogăţie în peşti autohtoni şi migratori. Din 173 specii de peşti existente în Marea Neagră şi în Marea Azov, 105 specii provin din Marea Mediterană, 31 specii sînt autohtone, iar 37 specii sînt forme de apă dulce, ce trăiesc la gurile fluviilor.

IV

ȚĂRMUL MĂRII

Marea și uscatul nu rămîn mereu aceleași. Atît relieful uscatului cît și adîncimea mării se schimbă încontinuu sub influența diferitelor forțe ale naturii. O dată cu aceasta însă se modifică și configurația țărmului [1]; în unele locuri acesta înaintează mult în interiorul uscatului; în alte părți, uscatul se ridică din apă sau însăși marea contribuie la creșterea țărmului, prin depozitele ei.

Țărmul constituie teatrul pe scena căruia se dă continuu o gigantică luptă între mare și uscat. Ea are aspecte schimbătoare, biruința aparținînd cînd apelor, cînd pămîntului; din cînd în cînd însă se stabilește echilibrul relativ.

Țărmul mării [2] prezintă o deosebită importanță economică, căci pe el se ridică porturi și de-a lungul lui se

[1] Țărm (sinonim „coastă“, zona prelitorală) — fîșia de pămînt alternativ uscată și inundată prin jocul mareelor; poate atinge 15 km lărgime și 15 m denivelare. Lungimea totală a țărmurilor de pe planetă este de 261 700 km, din care 108 300 km reprezintă țărmurile mărilor interioare.

[2] În topografie se obișnuiește să se considere drept linie a țărmului mării linia de contact a apei cu uscatul — la nivelul mediu —, iar dacă există maree, urma mareei — la nivelul cel mai înalt.

construiesc căi ferate și șosele. Pentru securitatea navelor și a vaselor maritime pe timp de furtună și pentru asigurarea descărcării lor, porturile trebuie să fie în afara atacului valurilor. De asemenea, țărmurile trebuie consolidate, pentru ca circulația litorală pe căile ferate și pe autostrăzi să nu fie prejudiciată. Rezolvarea acestor probleme nu este posibilă fără cunoașterea legilor generale ale modificării țărmului, adică a morfologiei și dinamicii țărmurilor marine.

A. MORFOLOGIA ȚĂRMURILOR

Aspectul exterior al țărmurilor maritime și oceanice se prezintă destul de eterogen, totuși în linii mari litoralul marin[1] prezintă fie *țărmuri înalte*, fie *țărmuri joase*. Ambele tipuri de țărmuri, precum și insulele, în forma lor actuală, sînt rezultatul unui proces de transformare, al unei neîncetate acțiuni de prefacere întreprinse de vînturi, de valuri, de curenți marini, de mișcări tectonice sau de organismele vii, cît și, în timpul din urmă, din ce în ce mai mult, al acțiunii omului asupra țărmurilor mării. Datorită izbirii valurilor, la care se adaugă descompunerea continuă a rocilor din cauza apei de mare, ploilor, înghețului etc., cele mai multe țărmuri sînt supuse unei distrugeri lente și neregulate. Totuși țărmurile nu sînt modificate numai prin distrugeri. Înfățișarea lor poate fi schimbată și prin depunerile de sedimente.

Acțiunea distrugătoare a mării asupra țărmurilor înalte și abrupte, formate din roci dure, se manifestă diferit de acțiunea sa asupra țărmurilor joase, formate din nisip, din gresie, din argilă etc.

[1] Prin litoral se înțelege banda continentală care mărginește marea și al cărei caracter specific este influențat de aceasta, după cum și marea, la rîndul ei, este influențată de natura litoralului. Litoralul se întinde de la linia superioară a țărmului, cuprinzînd zona prelitorală — bătută de valuri — și întreaga zonă litorală, pînă la adîncimea de aproximativ 100 m.

1. *Țărmuri înalte*

De obicei țărmurile înalte sînt caracterizate printr-o pantă abruptă, la piciorul căreia se întinde uneori o plajă îngustă [1]. În cazul litoralurilor muntoase uscatul — pe linia abruptului — pare să fie tăiat cu cuțitul ; pe abrupt se observă foarte bine secțiunile recente din roci. Straturile se prezintă fie sub forma unor pături netede orizontale, fie ca niște cute ondulate (de exemplu pe litoralul caucazian al Mării Negre, în Crimeea, la Capul Caliacra etc.).

Acolo unde munții coboară spre mare, țărmul abrupt al mării reprezintă un fel de prelungire firească a munților. Cînd însă se apropie de mare o cîmpie înaltă (de ex. în regiunea Odesei, Constanței etc.), litoralul cade brusc, prezentînd o pantă abruptă. Șesul neted se întinde pe zeci de kilometri și dintr-o dată, la țărmul mării, formează un perete vertical, la baza căruia se lovesc valurile. Înălțimea peretelui atinge 40—50 de metri. În astfel de locuri se vede clar că țărmul este format chiar de mare, care, distrugînd treptat uscatul, l-a tăiat după o linie dreaptă.

Cînd valurile mării se lovesc de țărmuri stîncoase înalte, ele determină surpări verticale (ca un zid), numite *faleze,* mai ales în masivele calcaroase. Înălțimile falezelor sînt variabile : unele nu au decît 2 m, altele — 30 de m, iar, mai rar, depășesc 500 de metri (de ex. faleza din sud-vestul Groenlandei trece de 700 de metri). În Marea Neagră, faleza de piatră de la Capul Caliacra are înălțimea de 70 de m.

Procesul de abraziune nu duce numai la formarea falezei (kliff), ci uneori produce accidente variate, ca de pildă apariția grotelor sau a cavernelor. Unele din acestea au devenit celebre datorită formei lor și efectelor de lumină, uneori feerice, care se produc în adîncurile lor (de ex. celebra grota Azzura de pe insula Capri, lîngă Neapole). Tot atît de renumite sînt grota Morgat, de la Capul Finisterre, în nord-vestul Spaniei, grota de pe

[1] Șes format din aluviunile marine (nisip, cochilii cu pietriș) de-a lungul țărmului.

insula Busi, în Adriatica, și grota lui Fingal [1], de pe insula Staffa din nordul Scoției.

Deoarece rocile litoralului nu au peste tot aceeași duritate și nu sînt supuse în mod uniform acțiunii mecanice a valurilor, țărmul nu este drept, ci dantelat, formele abrupte prelungindu-se în mare cu vîrfuri de stînci granitice sau alternînd cu plaje formate din bolovani, pietriș, cochilii și nisip.

Cînd acțiunea mării de-a lungul țărmului se exercită fără obstacol, se formează o platformă tăiată în țărm, de lățime variabilă, după natura rocilor și după puterea valurilor — o *terasă marină*. Dezvoltarea platformei („prispei") tinde să limiteze acțiunea valurilor, care se sting pe suprafața acesteia înainte de a ajunge la piciorul falezei.

Un alt tip de țărm înalt este cel cu *fiorduri*, golfuri strîmte, scobite adînc în interior. Fiordurile decupează țărmurile occidentale ale Scandinaviei, ale Scoției, ale unor porțiuni din țărmurile Groenlandei și, în emisfera sudică, țărmurile Americii de Sud, ale insulelor Falkland, ale Noii Zeelande și ale insulelor din Oceanul Arctic. Ele se deschid spre mare printr-un prag submarin, se adîncesc spre mijloc și pătrund în interiorul uscatului pînă la 30—40 km, ramificîndu-se ; au o formă alungită și prezintă adîncimi cuprinse între 400 m și 600 m.

La origine fiordurile sînt văi săpate de ape curgătoare, peste care au venit ghețarii și le-au modelat. Apoi, întreg ansamblul litoralului s-a scufundat și fiordurile au devenit golfuri marine. Ca și văile glaciare, fiordurile au profilul albiei lor în formă de U. Prezența la niveluri ridicate a teraselor marine etajate pe flancurile fiordurilor, în special în Scandinavia, dovedește că abruptul fiordurilor a fost timp îndelungat supus unor fenomene de emersiune și de imersiune.

[1] Această grotă este produsă de răcirea stîncilor bazaltice în fuziune, avînd o regularitate aproape perfectă. Lățimea sa este de 11 metri, lungimea de peste 60 de metri, înălțimea de 14 metri, iar adîncimea apei, de 2—5 m. Aspectul singular și impunător și zgomotul asurzitor al valurilor au făcut pe scoțieni s-o lege de numele eroului legendar Fingal.

Spre deosebire de fiorduri, *țărmurile cu rias* sînt văi vechi, acoperite de apa mării, în urma mișcărilor oscilatorii negative ale scoarței terestre. Astfel de golfuri se găsesc pe țărmurile Galiciei (Spania), Bretaniei (Franța) — unde sînt cunoscute sub numele de *aber* —, în țara Galilor și în sud-vestul Irlandei.

Un alt fel de țărm, cel de tip dalmatic, de-a lungul căruia sînt insule paralele cu uscatul, este produsul invaziei mării într-o regiune cutată și coborîtă. În acest caz văile longitudinale au devenit golfuri foarte strîmte, închise între pereți înalți, iar reliefurile orientate în sensul încrețiturilor au dat naștere peninsulelor și insulelor. *Țărmurile dalmate* sînt caracteristice litoralului de est al Mării Adriatice. Importanța acestor țărmuri pentru navigație este binecunoscută ; navigația se face ușor prin canale iar porturile se construiesc în fundul golfurilor, unde navele găsesc locuri bune de ancoraj și de adăpost, ca de exemplu golful Kotor.

În general, țărmurile înalte și abrupte favorizează dezvoltarea porturilor maritime. Datorită adîncimii mari, navele se pot apropia foarte mult de țărm ; formele variate de teren, ca și reperele de pe țărm, vizibile de la distanțe mari, ușurează identificarea țărmului.

Există totuși țărmuri abrupte a căror uniformitate nu prezintă ancoraje bune, iar altele care cer multă precauție pentru apropierea navelor de ele, din cauza insulelor și a vîrfurilor de stînci ce se prelungesc sub apă.

Țărmurile abrupte și dantelate au constituit în toate timpurile regiuni deosebit de favorabile pentru pescuit și navigație.

2. *Țărmuri joase*

Țărmurile joase mărginesc de obicei cîmpii plane. Înclinarea ușoară a țărmului face ca limita dintre apă și uscat să nu fie bine definită, iar zona litorală să fie foarte largă, îndeosebi acolo unde există maree. În timpul fluxului (maree înaltă), uscatul este inundat mult în interior de apa mării ; apa duce cu sine materialul răscolit de va-

luri (mîl, nisip, pietriș) pe care la întoarcere îl depune pe creasta mai înaltă.

Printre cele mai caracteristice forme de țărmuri joase se înscriu țărmurile de acumulare, cele drepte, cele cu lagune etc.

În cazul țărmurilor de acumulare, nisipurile îngrămădite de vînturi și apoi împădurite (de ex. în golful Riga) se mărginesc direct cu marea, formînd plaje foarte întinse. Suprafața acestor plaje nu este netedă. De-a lungul țărmurilor se întind praguri de nisip în pantă ușoară, care în timpul furtunilor puternice sînt spălate, pentru a se forma apoi din nou, din nisipul adus de valuri.

Pe cîmpiile din Kamciatka de vest se pot număra pînă la 50 cordoane litorale de acest fel, care formează de-a lungul mării o fîșie lată de peste 2 km. Cordoanele litorale de nisip mai apropiate de mare sînt lipsite de vegetație. Pe acestea se întîlnesc de obicei cochilii și sfărîmături aduse de valuri și bucăți de copaci care au fost aruncați în mare. Pe măsură ce ne îndepărtăm de mare, cordoanele încep să fie acoperite de iarbă, de tufe, de arbori, așa că numai de pe un deal înalt sau din avion se poate observa că aceste cordoane se întind paralel cu țărmul.

Cordoanele litorale se formează sub acțiunea mării. Astfel de țărmuri nu se distrug, ci cresc și înaintează în mare. În acest caz, valurile mării nu mai ajung pînă la cordoanele pe care au crescut tufe și arbori, ci se pierd lin pe întinsul plajei din fața acestora. Asemenea țărmuri de acumulare se găsesc și pe litoralul nostru marin, îndeosebi în porțiunea de est a insulei Sahalin (sud-vest de Sf. Gheorghe).

În cazul țărmurilor drepte, sub acțiunea curenților litoralului, particulele de materiale, smulse și spălate de valuri, sînt transportate lateral, înspre țărm, unde se depun în locuri liniștite (intrînduri sau golfuri). Punctele proeminente ale uscatului ieșite în mare (promontoriile) pierd din teren prin eroziune, iar intrîndurile (golfurile) cîștigă teren prin depuneri. În felul acesta, prin acțiunea combinată a valurilor, a mareelor și a curenților are

loc o neîntreruptă modelare a țărmurilor (la sud de Constanța pînă la Mangalia).

Cu totul alta este înfățișarea *țărmurilor cu lagune*. În tendința de a simplifica linia țărmului, marea transportă nisipul și alte sedimente și le depune sub formă de „limbă" sau de săgeată (perisip) la gura golfului pînă ce îl barează. Astfel se formează laguna. Rezultat al acestei acțiuni, perisipul sau *cordonul litoral* apare ca un dig natural, construit de mare din nisip, nămol și pietriș, la limita dintre apa mării și gura unor golfuri adînci. În golful Mexic se găsește un cordon sau perisip lung de 1 800 km. Cordoanele sînt cele mai lungi și mai mari forme de acumulare. Dacă cordonul litoral este înconjurat de alte depozite fluviale sau marine, îndepărtîndu-se astfel de țărm, ele formează un *grind* (grindurile din Delta Dunării).

Forme tipice de lagune se întîlnesc în nord-vestul Mării Adriatice (lagunele venețiene), în Marea Baltică și pe țărmurile de nord-vest și vest ale Mării Negre (complexul lagunar Razelm [1] etc.).

Spre deosebire de lagune, *limanurile* sînt văi largi înecate de mare și apoi separate fie prin mișcări tectonice, fie prin cordoane litorale (perisipuri) ; în acest caz legătura cu marea se îngustează, terenul devine lacustru, apa se îndulcește etc. (de exemplu limanul Mangalia). Tot limanuri sînt și gurile de rîuri și de fluvii foarte largi și puțin adînci (de ex. limanurile de la gura Nistrului, a Bugului, a Niprului).

Dacă limanul este închis complet de cordonul litoral, nu mai comunică cu marea și nici nu se alimentează cu ape curgătoare din interiorul uscatului, el se transformă într-un *lac sărat* (prin evaporarea apei, sărurile se concentrează, nivelul apei scade, formîndu-se pe fund un nămol vîscos și foarte bogat în săruri de iod, de magneziu etc. provenite din vegetația marină din timpul existenței limanului). Astfel de lacuri sărate, destul de nu-

[1] Complexul Razelm (Razim) cuprinde următoarele lagune : Dranov (2 200 ha), Razelm (36 000 ha), Babadag — odinioară golf marin (2 300 ha), Golovița (6 800 ha), Zmeica (5 600 ha) și Sinoe (Caranasuf și Tuzla = 16 400 ha). El ocupă locul unui golf de origine tectonică, format în timpurile cele mai recente ale cuaternalului, în epoca postglaciară.

meroase, se întîlnesc pe țărmurile Dobrogei (de ex. Techirghiol, Agigea). Ele sînt recunoscute ca excelente bazine de cură pentru vindecarea reumatismului și a altor afecțiuni.

Atunci cînd limanul pierde legătura cu marea și alimentarea lui se face doar cu apă dulce de pe continent sau provenită din izvoare, apele i se îndulcesc complet și nivelul său se ridică mai mult decît cel al mării. În felul acesta limanul se transformă într-un lac litoral (de ex. lacurile Tașaul, Siutghiol etc.). Primul este format numai din cursul superior al văii, deoarece cursul mijlociu și cel inferior au fost înecate de apele mării, iar secundul reprezintă numai obîrșia văii, care a fost înecată în întregime.

Țărmurile joase prezintă și alte sinuozități caracteristice, cum sînt : *baia, estuarul* și *delta.*

Baia sau *mileaua* este o sinuozitate mai puțin închisă decît golful. Sub acțiunea mării începe să se clădească pe linia țărmului un cordon litoral ce tinde să transforme treptat baia într-un golf, apoi într-un liman, și, în cele din urmă, într-un lac de ex. baia sau mileaua Musura, de la nord-vest de Sulina).

Estuarul. În mările unde mareele sînt puternice, gurile fluviilor se lărgesc și iau forma unui golf triunghiular, a cărui bază o formează marea. Aceste golfuri se numesc *estuare.* Ele sînt din ce în ce mai adînci, cu cît ieșim în largul mării, ceea ce le deosebește de delte (de ex. Rio de la Plata, a cărui intrare are 250 km, iar suprafața — 40 000 km^2).

Delta este o formă de depunere litorală cu aspect de triunghi, asemănător literei grecești *delta* (Δ) de unde-i vine și numele. Se prezintă ca o invazie a uscatului în domeniul marin, caracterizată prin distribuirea apei curgătoare în mai multe brațe, ce închid între ele aluviunile recent aduse de apă. În constituția unei delte, materialul aluvionar se depune în straturi înclinate, în funcție de natura și de puterea vînturilor. Ele se clădesc în mările închise, dar se formează și în mările agitate cînd cantitatea de material adus este așa de mare, încît apa mării nu-l poate împrăștia ; atunci se formează punți ce înaintează



Delta Dunării

în mare (de ex. delta Mississippi). Delta are înfățișarea unui con de dejecție foarte plat, care se formează la început sub apă, avînd partea frontală abruptă și ascunsă sub nivelul mării. Ca să se formeze o deltă trebuie ca apa curgătoare să aducă mari cantități de aluviuni, căderea rîului pe km (lungime) să fie redusă, viteza de scurgere mică, iar marea să fie liniștită, fără maree sau cu maree slabe, cum este și Marea Neagră. Cînd apa curgătoare se varsă într-o mare închisă, puțin adîncă și fără curenți litorali, se formează un tip de deltă răsfirată

(de ex. Delta Volgăi). Cînd în zona litorală marea este adîncă, ea poate să dea naștere unui tip de deltă digitală.

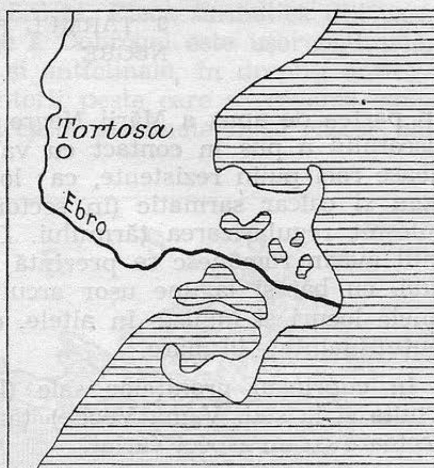
Uneori, curenții litorali pot deforma abruptul frontal al deltei, în care caz delta nu mai este convexă spre mare, ci pare o îmbinare de două arcuri concave, formînd o deltă unghiulară (de ex. Delta Tibrului). Acest tip nu este decît o deltă digitală combinată. Alteori, apele curgătoare (Nilul, Ronul, Padul și Dunărea) se varsă în mare printr-un golf, deci la adăpost de curenții marini. Dacă golful este puțin adînc, delta începe răsfirat, iar dacă este mai adînc, se formează o deltă digitală. O asemenea deltă nu va avea însă consistență; cu ajutorul aluviunilor, marea construiește cordoane și transformă golful în lagună. Delta se dezvoltă în interiorul lagunei ; numai după ce această deltă internă a fost constituită, fluviul rupe cordonul și formează o deltă externă revărsată sau digitală. Acesta este tipul deltei barate.[1]

Delta Dunării este cea mai recentă formare de teren a țării noastre. Începuturile ei se află în cuaternar. Pe atunci Marea Neagră prezenta în locul actualei delte un golf întins pînă în regiunea Isaccea. După astuparea gurii golfului cu un cordon litoral (perisip) format de vînturi, valuri și curenți marini, el a fost treptat umplut de aluviunile aduse de Dunăre. Delta înaintează în mare anual cu cca 4 metri.

Este de notat că despărțirea unui fluviu la vărsare în mai multe brațe nu este o condiție esențială pentru ca ea să poarte denumirea de deltă. Fluviul Ebro (Spania) se varsă în mare printr-un singur braț și cu toate acestea și-a creat o deltă care avansează necontenit în mare.

[1] De la cuvîntul „bară" = prag — o succesiune de praguri ce se întind transversal la gura unui fluviu, formînd o ridicătură situată uneori deasupra nivelului mării. Bara de la gura fluviilor (de ex. bara de la Sulina) reduce adîncimea apei, pînă la crearea unei piedici pentru navigație, de unde necesitatea de a se executa lucrări de dragaje. Suprafața Deltei Dunării este de circa 430 000 ha ; din acestea terenul solid (grindurile) ocupă circa 72 000 ha ; din rest 2/3 sînt stufări și plaur și numai o treime ape bune de pescuit.

Delta Ebrului



În general, țărmurile joase prezintă mai multe dezavantaje pentru navigație decît țărmurile înalte și abrupte, datorită adîncimilor mici spre litoral și uniformității terenului plajei, ceea ce îngreunează orientarea navelor dinspre larg.

Pe țărmurile joase se găsesc porturi naturale, cu rade deschise și cu adîncimi mici (de ex. Balcic, din R. P. Bulgaria). Aici comunicația cu uscatul, descărcarea și încărcarea navelor se fac anevoios, din cauza distanței mari de la țărm și a greutăților care apar cînd marea este agitată. Dezavantajele acestea însă se remediază prin construcții de diguri și de cheuri și prin dragarea fundului. Asemenea construcții sînt : portul Mangalia, portul Gdynia, de pe țărmul Mării Baltice (dragat și zidit complet în uscat), portul Constanța, aflat în curs de dezvoltare etc.

Locuri bune pentru porturi naturale se găsesc mai ales la gurile fluviilor (de ex. portul Sulina, ale cărui intrări sînt bine consolidate cu diguri, marcate prin faruri, geamanduri și balize și dragate în mod continuu).

3. ȚĂRMUL ROMÂNESC AL MĂRII NEGRE

În partea de apus a Mării Negre, înaintarea apei asupra uscatului a pus în contact cu valurile unei mări furtunoase roci puțin rezistente, ca: loess, argile, marne, precum și calcar sarmatic (în sectorul de sud). Aceasta a înlesnit regularizarea țărmului. Din această cauză, țărmul marin românesc se prezintă ca o linie puțin ondulată, cu băi și lagune ușor arcuite, cu plaje întinse în unele locuri și înguste în altele, cu capuri (promontorii) puțin înaintate în mare.

În cuprinsul granițelor sale (la nord, gura brațului Chilia și la sud, Vama Veche), țărmul românesc prezintă sectoare cu un aspect variat.

De la gura brațului Chilia (Canalul Stambulul vechi) pînă la Capul Midia, țărmul este jos, clădit de valuri și de curentul litoral. Spre nord se află Delta Dunării, cu o ușoară proeminență ce se ridică deasupra apei cu 0,46 m. La sud de gura brațului Sf. Gheorghe se prelungește de lîngă țărmul mării insula Sahalin, pe o distanță de circa 20 km (pînă la Ciotic). De aici și pînă la Capul Midia, țărmul se arcuiește ușor spre vest, izolînd complexul Razelm prin două cordoane litorale: cordonul Dranov-Crasnicol-Insula Lupilor și cordonul Perișor-Chituc. Aceste cordoane reprezintă, de altfel, cele mai întinse și mai înalte perisipuri de pe țărmul românesc al Mării Negre.

Începînd cu Capul Midia, țărmul este însoțit de un larg perisip, care se îngustează spre Constanța. Această fîșie de nisip izolează de mare lacurile Gargalîc, Tașaul și Siutghiol. Pe acest perisip se întinde vasta plajă de la Năvodari și cunoscuta plajă de la Mamaia.

În interiorul cordonului litoral de sud se află ruinele vechii cetăți Histria. Soarta portului Histria a fost pecetluită de limba de pămînt formată de mare și care a închis pentru totdeauna pentru el poarta corăbiilor.

De la Constanța și pînă la Vama Veche, configurația țărmului este determinată în mare măsură de structura

geologică a podișului Dobrogei. Placa sarmatică din care este clădită această parte a Dobrogei este ușor ondulată, formînd largi sinclinale și anticlinale, în dreptul anticlinalelor sînt mici promontorii peste care se revarsă, spumegînd, marea, iar în dreptul sinclinalelor se găsesc băi



Țărmul românesc al Mării Negre

arcuite, cu plaje frumoase și cu guri de limanuri cu perisipuri (de ex. perisipul lacului Techirghiol, pe care s-au dezvoltat cunoscutele stațiuni balneare maritime Eforie Nord și Eforie Sud.

B. DINAMICA ȚĂRMURILOR

Procesele produse pe țărmul mării și care determină continua lui modificare sînt dintre cele mai variate. Printre ele se numără : abraziunea, mișcările oscilatorii ale scoarței terestre (eustatice), acțiunea organismelor marine, vulcanismul, cutremurele de pămînt și activitatea omului.

1. *Abraziunea*

Abraziunea este fenomenul de distrugere a țărmului sub influența vînturilor, a valurilor, a curenților marini, a ploilor, a înghețului etc.

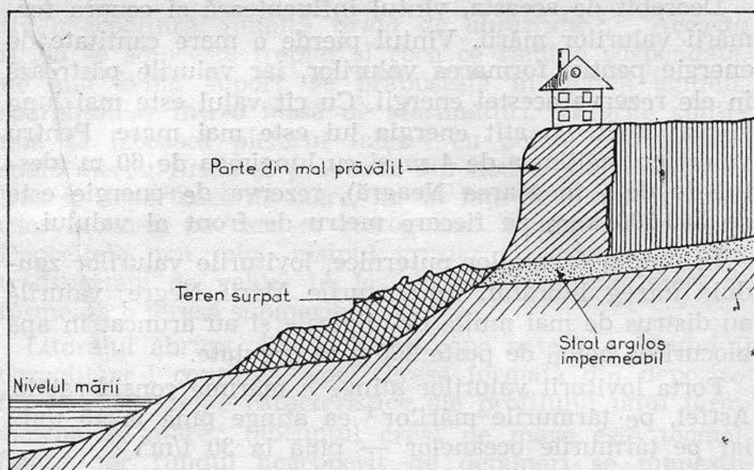
Activitatea vîntului ca agent geomorfologic se poate manifesta prin fenomene de eroziune, de transport și de depunere. În natură însă toate acestea se manifestă simultan, iar rezultatul lor final depinde numai de raportul dintre intensitatea lor. [1]

Cînd vîntul bate dinspre mare spre țărm, el nu poate provoca distrugerea apreciabilă a țărmului. Dacă însă vîntul transportă pe suprafața reliefului respectiv particule și sfărîmături fine, acțiunea lui este mult mai eficace (fenomenul numit *deflație)*. Prin frecarea particulelor transportate sau prin rostogolirea lor pe relieful țărmului, suprafața de contact se distruge. Acțiunea de distrugere întreprinsă de vînt, cu ajutorul materialului transportat, se numește *coraziune*.

Vîntul transportă particulele de roci atît în stare de suspensie [2], cît și prin rostogolire pe țărmurile ușor încli-

[1] Presiunea (p) a vîntului (în kg/m^2) este legată de viteza (v) a vîntului (m/s) prin raportul : $p = 0,8 \times v^2$.

[2] La o viteză de 4—6 m/s, vîntul transportă particule mici, de 0,25 mm. iar dacă suflă cu o viteză de 10 m/s, poate deplasa particule de pînă la 1 mm.



Mal dărîmat prin infiltraţii

nate. Deflaţia şi coraziunea (eroziunea eoliană) se manifestă însă mai intens în condiţiile unui relief accidentat, deoarece vîntul, pătrunzînd într-un culoar, produce acolo o distrugere mai puternică decît pe plajele întinse. În acest caz, el contribuie alături de acţiunea valurilor, la distrugerea ţărmurilor înalte. În timpul furtunii, aerul şi apa pătrund cu mare presiune în crăpăturile stîncilor, lărgesc aceste crăpături şi în felul acesta le reduc coeziunea. În ajutorul valurilor vine şi coraziunea. Rocile sînt foarte repede erodate de vînt, dacă sînt umectate permanent de valuri, deoarece apa mării acţionează în mod distructiv asupra multor minerale.

Pe ţărmurile joase, orice obstacol al terenului opreşte nisipul şi-l îngrămădeşte sub formă de movile, mai mult sau mai puţin înalte, numite *dune*. Înălţimea dunelor din Languedoc (Franţa) atinge 7 metri, a celor de pe ţărmul Balticii — aproape 30 m, iar a celor de la Capul Bojador (ţărmul de vest al Africii) se ridică pînă la 80 m. Pe ţărmul Mării Negre se întîlnesc dune în regiunea plajelor de la Sulina, Mamaia şi Agigea, unde înălţimea lor atinge 6 m.

Deosebit de aceasta, vîntul influențează și asupra formării valurilor mării. Vîntul pierde o mare cantitate de energie pentru formarea valurilor, iar valurile păstrează în ele rezerva acestei energii. Cu cît valul este mai lung și mai înalt, cu atît energia lui este mai mare. Pentru valuri cu înălțimea de 4 m și cu lungimea de 60 m (destul de dese în Marea Neagră), rezerva de energie este de 360 000 kgm pe fiecare metru de front al valului.

În timpul furtunilor puternice, loviturile valurilor zguduie întreg litoralul. În porturile Mării Negre, valurile au distrus de mai multe ori digurile și au aruncat în apă blocuri de beton de peste 200 tone greutate.

Forța loviturii valurilor atinge o mărime considerabilă. Astfel, pe țărmurile mărilor[1] ea atinge pînă la 15 t/m^2, iar pe țărmurile oceanelor — pînă la 30 t/m^2.

Țărmul este distrus mai mult de loviturile bucăților de roci decît de valuri. Lovind cu colțurile sale ascuțite într-un punct al țărmului, blocul masiv de stîncă sau bolovanul rostogolit în mare acționează ca un ciocan și sfărîmă roca. El se sparge apoi în bucăți mai mici, pe care valurile le rostogolesc din loc în loc, le șlefuiesc pe toate părțile și le transformă treptat în particule rotunjite, caracteristice țărmurilor mării. Uneori pe timp de furtună valurile provoacă deplasarea materialelor de-a lungul țărmului pe o distanță de 20 m în timp de 24 de ore. În felul acesta, o mare parte din roci se transformă în pietriș și în particule mici de nisip.

Cum decurge procesul de distrugere a unui țărm stîncos ? Datorită izbirii pietrelor și coraziunii, la limita nivelului obișnuit al mării se formează în masivul respec-

[1] Savantul sovietic V. P. Zenkovici a arătat că în U.R.S.S. la Soci s-a instalat, nu departe de țărmul Mării Negre, un dinamometru special pentru determinarea presiunii apei, înregistrînd o forță a loviturii de 11 t/m^2. Totodată, un alt dinamometru asemănător, instalat la linina țărmului, a indicat că forța loviturii valului este de numai 4 t/m^2. Rezultă, deci, că aproape 2/3 din energie s-au pierdut în procesul de distrugere a valului, înainte ca valul să fi intrat în zona cu apă puțin adîncă.

tiv o scobitură, numită *firidă de abraziune*[1]. Această firidă se adîncește treptat și roca ce rămîne suspendată, ne mai avînd suport, se prăbușește în marea agitată, spărgîndu-se într-o masă de sfărîmături. Valurile continuă să izbească piciorul falezei cu aceste sfărîmături, spală mereu firida și provoacă din nou o prăbușire. Faleza se depărtează de mare, iar în fața ei rămîne un pat ușor înclinat, pe care se rostogolesc sfărîmăturile mari. Depozitele mai mici, nisipul grosier și nisipul fin sînt transportate de valuri în jos, la adîncimi mai mari și formează o terasă submarină.

Litoralul abrupt, suprafața aproape netedă a fundului dezgolit ce-l continuă, apoi terasa formată din depozite fine sînt elemente caracteristice ale profilului unui țărm distrus de mare; (abruptul creat de mare este tocmai *faleza,* iar fundul neacoperit de depuneri se numește *suprafață, „platformă" de abraziune,* în timp ce acumularea de depozite la adîncimi relativ mari este *terasa submarină de acumulare* sau *talusul litoral).*

Cel mai repede sînt distruse țărmurile formate din argile și loess (0,5 — 1 m/an). Valurile antrenează particulele mici rezultate din sfărîmarea țărmurilor și le transportă la adîncimi mari; porțiunea de la baza falezei este protejată de terase late, nisipoase, formate din fragmente de cochilii și din aluviuni fluviatile.

Condițiile structuralo-litologice influențează, de asemenea, asupra aspectului formelor litorale. Astfel s-a observat că straturile orizontale sînt favorabile formării țărmurilor abrupte sau cu faleze verticale, în timp ce straturile înclinate spre mare formează țărmuri mai puțin accidentate. Dacă straturile sînt înclinate spre interiorul uscatului, atunci țărmul se prezintă escarpat (rîpos).

Profilul țărmului „atacat" de mare se modifică treptat. Pe măsură ce faleza se retrage, lățimea platformei continentale crește (atît a celei de abraziune cît și a celei

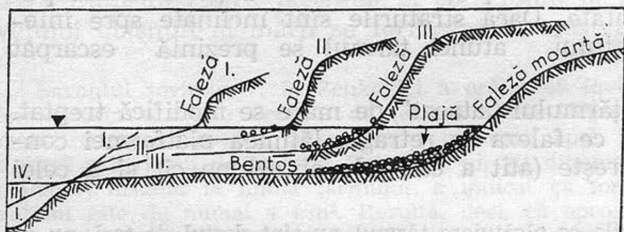
[1] Dacă rocile ce alcătuiesc țărmul nu sînt destul de tari. nu se formează firida : marea creează o pantă abruptă, pe care au loc surpări sau mici prăbușiri.

de acumulare). Înainte să atingă piciorul falezei, valurile au de parcurs o distanţă din ce în ce mai mare, într-o zonă cu apă mică. De aceea, într-o apă puţin adîncă, energia valurilor se pierde, iar acţiunea lor asupra ţărmului se reduce.

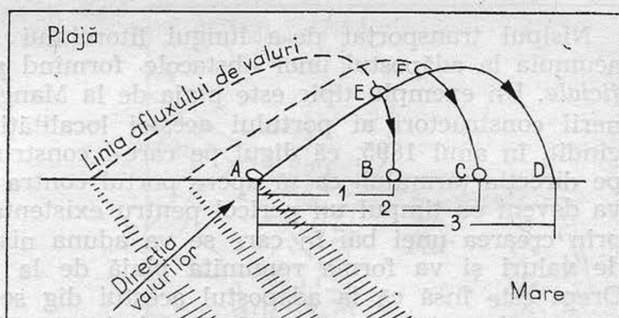
Cu timpul terasa submarină devine atît de lată (cîteva sute de metri sau chiar kilometri), încît numai în cazul furtunilor puternice (tempeste), valurile „reziduale", de dimensiuni foarte reduse, parcurg întreaga distanţă pînă la piciorul falezei. În cele din urmă, suprafaţa falezei „moarte", datorită surpării rocii, devine din ce în ce mai lină şi se acoperă cu iarbă şi arbuşti. Acest proces durează mii şi chiar zeci de mii de ani.

Sub acţiunea valurilor, părţile tari ale coastei pietroase rămîn izolate de ea sub formă de stînci, care ne dau posibilitatea să determinăm întinderea coastei de altă dată. Stîncile din lungul coastei, de la capul Constanţa şi de la Agigea, care cu 60 de ani înainte erau cu mai bine de un metru deasupra apei, iar acum se găsesc sub apă, sînt indicii de distrugere a ţărmului prin eroziune.

Acţiunea valurilor nu se reduce însă numai la atît. Valurile transportă cantităţi imense de nisip, pietriş şi bolovani de-a lungul ţărmului. De cele mai multe ori, valurile nu înaintează perpendicular pe direcţia ţărmului, ci vin către ţărm pieziş. În acest caz, se înţelege că, sub acţiunea curentului litoral, apa ce loveşte ţărmul antrenează cu ea o serie de depozite, pe care le depune pe plajă, sub forma unor linii curbe dispuse armonios; aceste linii înaintează pe plajă sub formă de unghiuri ascuţite, împreună cu apa, după care se rostogolesc îna-



Stadiile succesive de formare a unui mal abrupt



Schema deplasării depozitelor marine de-a lungul litoralului: mărimea pasului este indicată cu 1 pentru pietre, cu 2 pentru pietriș și cu 3 pentru nisip

poi în mare, pe linia înclinării maxime a plajei. Lîngă țărm, în punctul A se găsesc bolovani, pietriș și nisip pe care curentul le antrenează. Particulele de nisip străbat întreaga plajă și se opresc în punctul D, în timp ce pietrele și pietrișul rămîn în punctele E și F, acolo unde curentul slăbește. La înapoiere însă, curentul antrenează din nou pietrele și pietrișul și le transportă în jos, pe plajă, în punctele B și C. Astfel, cu fiecare val, particulele efectuează un anumit „pas" de-a lungul țărmului, ca și cînd plaja ar „curge". Mult mai lent se petrece acest proces pe fundul povîrnișului litoral submarin. Cu cît particulele sînt mai mari, cu atît deplasarea lor de-a lungul litoralului este mai lentă ; în schimb, dacă valul este mai mare și înaintează oblic spre țărm, deplasarea particulelor se face mai repede [1]. În timpul unei furtuni care bate spre țărm sub un unghi de 45°, de-a lungul litoralului curge un „rîu" de pietriș și de nisip. Acesta este *curentul de depozite litorale* sau *de fund*.

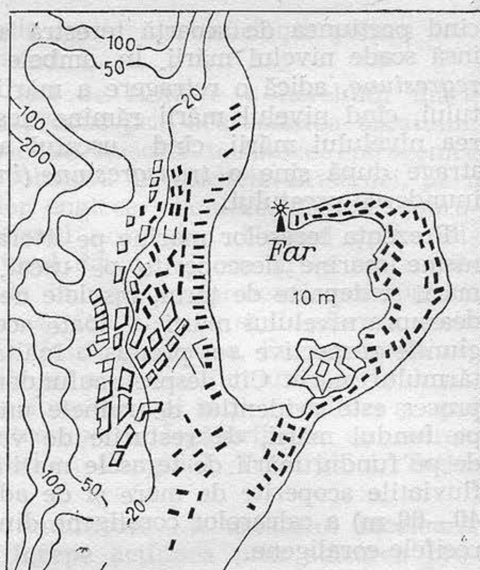
[1] V. P. Zenkovici arată că în Marea Neagră, în condițiile unei agitații nu prea puternice a mării, viteza deplasării unor particule izolate a atins 43 m/oră, iar întreaga masă de pietriș colorat (cca 1 mp) s-a deplasat numai 17—20 m/oră. În cazul unor furtuni puternice, întreaga masă de depozite de pe plajă parcurge circa 900 metri în 24 ore.

Nisipul transportat de-a lungul litoralului se poate acumula la adăpostul unor obstacole, formînd *plaje artificiale*. Un exemplu tipic este plaja de la Mangalia. Inginerii constructori ai portului acestei localităţi nu s-au gîndit, în anul 1895, că digul pe care-l construiesc oblic pe direcţia ţărmului, ca să apere portul contra valurilor, va deveni cu timpul un pericol pentru existenţa acestuia prin crearea unei băi în care se va aduna nisipul adus de valuri şi va forma renumita plajă de la Mangalia. Drept este însă că la adăpostul acestui dig se efectuau cu zeci de ani în urmă încărcări şi descărcări, mai cu seamă de cereale pe vase cu pescaj de pînă la 5 metri. După ce plaja a ajuns la lăţimea ei actuală, vîntul de nord-est a îngrămădit nisipul pînă la înălţimea digului, apoi spulberîndu-l peste el a împotmolit portul şi a format aici o nouă plajă. Plaja de la Mangalia, pe lîngă faptul că a dat naştere unei staţiuni balneare cu renume mondial, a devenit pentru totdeauna şi o apărătoare a coastei contra eroziunii valurilor, care în decurs de aproape 2 400 de ani au rupt din ţărm pînă la promontoriul de unde începea digul de apărare al portului Callatis, construit pe atunci de vechii greci din Heraclea. Datorită acestei situaţii, plaja aceasta mai îndeplineşte şi rolul de păstrătoare în „muzeul" de sub ea a vestigiilor erodate de valuri din cetatea Callatis.

Un alt exemplu de transport al nisipului de-a lungul coastei de către curenţii marini îl oferă formarea digurilor naturale. Cînd materialele în suspensie trebuie să înconjoare un cap sau un promontoriu, atunci ele se îngrămădesc (în linie dreaptă sau curbă) sub formă de dig, aşa cum s-au petrecut lucrurile cu portul Messina, din nord-estul Siciliei. De asemenea, peninsula Chituc, de la gura Buazului, de pe coasta Dobrogei, este un fel de dig natural, format la adăpostul capului Caraharman.

La eroziunea ţărmurilor mai contribuie şi surparea malurilor din cauza ploilor. Astfel, apa de infiltraţie pătrunde pînă deasupra stratului impermeabil şi argila devine lunecoasă. Spălînd piciorul falezei, marea strică echilibrul maselor de teren şi se produce o dislocare. Aceasta duce la distrugerea rapidă a unei fîşii late de

Portul Messina cu digul natural



țărm. Așa se explică surparea malului, împreună cu clădirile, în partea de est a Constanței, proces ce nu a putut fi stăvilit decît prin lucrări de indiguire.

Pe latitudinile mari, procesul de eroziune este intensificat atît de acțiunea ploilor abundente, cît și de sfărîmarea stîncilor prin înghețarea apei din crăpături. Tocmai din această cauză țărmurile abrupte ale continentelor prezintă cel mai înalt grad de distrugere.

2. *Mișcările oscilatorii ale scoarței terestre*

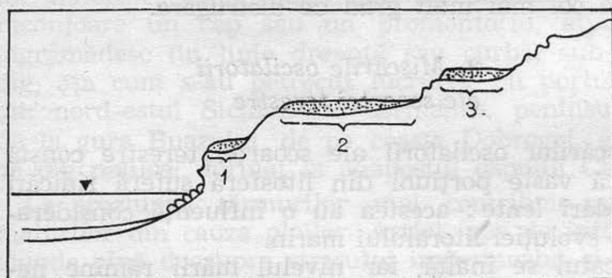
Esența mișcărilor oscilatorii ale scoarței terestre constă în faptul că vaste porțiuni din litosferă suferă ridicări sau scufundări lente ; acestea au o influență considerabilă asupra evoluției litoralului marin.

Dacă uscatul se înalță, iar nivelul mării rămîne neschimbat, porțiunile de fund cele mai apropiate de linia țărmului ies la suprafață ; același lucru se întîmplă și

cînd porţiunea de scoarţă terestră are o poziţie stabilă, însă scade nivelul mării. În ambele cazuri are loc o *regresiune*, adică o retragere a mării. Scufundarea uscatului, cînd nivelul mării rămîne neschimbat, ori creşterea nivelului mării, cînd uscatul are o poziţie stabilă, atrage după sine o *transgresiune (înaintare)* a mării şi inundarea uscatului.

Prezenţa teraselor marine pe litoral, resturile de organisme marine descoperite pe uscat, deasupra nivelului mării şi departe de ţărm, insulele de corali ridicate mult deasupra nivelului mării — toate acestea arată că în regiunile respective s-a produs o înălţare sau o coborîre a ţărmului mării. Cît despre scufundarea ţărmurilor, acest proces este evidenţiat de ruinele unor oraşe descoperite pe fundul mării, de resturile de vegetaţie arborescentă de pe fundul mării de terasele marine inundate, de văile fluviatile acoperite de mare şi de adîncimea mare (peste 40—60 m) a calcarelor coraligene din care sînt construite recifele coraligene.

Dacă nivelul mării în raport cu ţărmul nu se înalţă treptat, ci dintr-o dată, iar această ridicare rapidă alternează cu perioade mai lente, atunci pe ţărm apar o serie întreagă de terase marine, la niveluri din ce în ce mai ridicate. În mod firesc, formarea oricărei terase noi este precedată de inundarea celei anterioare. Terasele marine inundate dovedesc o transgresiune marină în cursul căreia ridicarea nivelului mării (scufundarea continentului)



Terase marine şi faleze vechi pe un ţărm care a suferit o ridicare

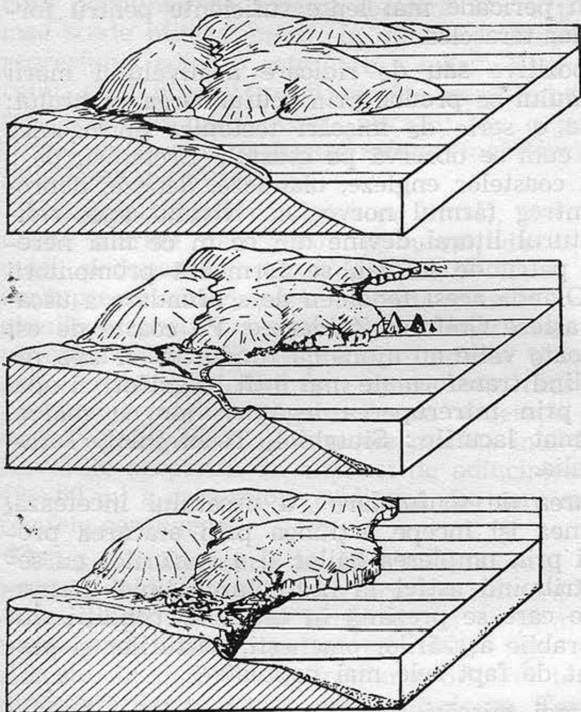
s-a produs cu perioade mai lente suficiente pentru formarea podurilor teraselor.

Mişcările pozitive sau de ridicare a nivelului mării deasupra ţărmului se produc prin scufundarea uscatului; este vorba de o serie de mişcări tectonice epirogenice negative, aşa cum se observă pe coastele Bretaniei, pe o mare parte a coastelor engleze, olandeze, daneze, dobrogene şi pe întreg ţărmul norvegian. Nivelul apei ridicîndu-se, conturul litoral devine din ce în ce mai neregulat, marea pătrunde în văi, se formează promontorii şi insule. În Olanda acest fenomen de scufundare a uscatului a dat naştere Golfului Zuiderzee. Pe coasta de est a Dobrogei, toate văile au ajuns cu fundurile lor sub nivelul mării, fiind transformate mai întîi în golfuri şi apoi în limanuri, prin întreruperea legăturii lor cu marea. Aşa s-au format lacurile: Siutghiol, Techirghiol, Tatlageac şi Mangalia.

Cînd mişcarea de scufundare a uscatului încetează, atunci eroziunea îşi începe acţiunea prin atacarea promontoriilor şi prin umplerea băilor şi a golfurilor cu sedimente, contribuind astfel la îndreptarea liniei ţărmului. Ţărmurile care se prezintă în astfel de condiţii sînt cele mai favorabile aşezărilor omeneşti, porturilor şi pescăriilor şi sînt de fapt cele mai populate.

Influenţa unei mişcări negative a nivelului mării se manifestă printr-o simplificare a liniei ţărmului, pentru că aceasta se ridică la suprafaţă ca un fund modelat prin sedimentare, care nu mai are un aspect sinuos.

Asemenea terase litorale se găsesc pe coasta occidentală a Scoţiei, în Islanda şi în Norvegia. Localitatea Guérande, pe coasta de vest a Franţei, era altădată port, iar acum se găseşte în interiorul uscatului. Şi în alte părţi ale globului se produc ridicări şi scufundări ale ţărmurilor, căci cu toată aparenţa sa de imobilitate, suprafaţa pămîntului este supusă în mod continuu unor mişcări oscilatorii. Astfel, ţărmul de est al Groenlandei se ridică, în timp ce ţărmul de vest se scufundă, ca şi nord-estul Americii de Nord. În Oceanul Pacific sînt două zone care se scufundă şi, între ele, una care se ridică. Primele două cuprind insulele Societăţii, Caroline, Gilbert, Marshall



Schema transformării unei forme litorale

etc. apoi Noua Caledonie, Australia și bazinul Oceanului Indian cu insulele Chagos și Maledive. Zona care se ridică cuprinde: Noua Zeelandă, Insula Kermadek, insulele Noile-Hebride, insulele Solomon și Noua Guinee, cu bifurcații spre insulele Filipine și spre Djava și Sumatera.

Nu trebuie să uităm însă că evoluția țărmului este strîns legată de nivelul mării, care nu rămîne niciodată constant. În decursul secolelor, continentele, împreună cu marginile lor — țărmurile mării — se ridică și coboară. Astfel, o dată cu fiecare nivel al mării începe din nou procesul de abraziune a țărmului. Țărmul poate să se scufunde și să se ridice de cîteva ori. În perioada de

ridicare, fundul lat al mării este descoperit și ia aspectul de țărm jos. Între timp, apele continentale brăzdează linia țărmului prin văile lor, se produce o nouă scufundare și marea formează iar un țărm cu golfuri. Așa se desfășoară această acțiune seculară de nivelare și de retezare a marginilor continentelor, care constituie doar unul din procesele ce au loc în viața geologică a scoarței pămîntului.

3. *Vulcanism și cutremure de pămînt*

Fenomenele tectonice și vulcanismul imprimă litoralului marin un aspect particular. Vulcanii de pe litoralul continentelor modifică îndeosebi țărmurile, fie prin adăugare de cenușă și lavă, fie prin distrugere, producînd rupturi în uscat în care pătrund apele mării sub formă de golfuri (de ex. țărmurile Greciei).

Dintre cele două emisfere, cea nordică, care are cea mai mare întindere continentală, este de fapt cea mai bogată în vulcani. Însă este de remarcat că activitatea eruptivă se limitează mai mult la țărmul occidental al noului continent, pe cînd la vechiul continent, ea se concentrează pe țărmul său oriental. Dintre cele două oceane, cu întinderi pînă în regiunile polare Oceanul Atlantic este cel mai sărac și Oceanul Pacific cel mai bogat în vulcani. O centură aproape neîntreruptă de centre eruptive vulcanice face înconjurul Oceanului Pacific.

S-a constatat în timpul cercetărilor Anului geofizic internațional că pe Antarctida nu sînt cutremure de pămînt, cu toate că există un vulcan în acțiune.

Un exemplu de vulcanism cu modificări violente ale reliefului terestru este oferit de vulcanul Krakatoa, care se ridică pe mica insulă cu același nume dintre insulele Iava și Sumatra, din Indonezia. În anul 1883, Krakatoa a făcut să dispară printr-o violentă erupție explozivă 2/3 din suprafața insulei de 33 km^2, proiectînd în aer 18 km^3 de sfărîmături și acoperind cu lavă incandescentă jumătate din munte.

La începutul lunii ianuarie 1958 s-a produs o puternică explozie submarină în apropiere de insula Fayal din grupul insulelor Azore (Oceanul Atlantic) care s-a soldat de astă dată cu apariţia unei insule nou formate, Ilha Nova, înaltă de 80 de metri şi care este însuşi conul vulcanului.

Insula Raoul, importantă staţiune meteorologică la 600 mile nord-est de Noua Zeelandă, a fost complet evacuată în noiembrie 1964 din cauza intensificării activităţii vulcanice, înregistrîndu-se 20 de cutremure pe zi.

Cutremurele de pămînt sau *seismele* se produc în timpul erupţiilor vulcanice, erupţiilor submarine sau mişcărilor tectonice. Ele pot apărea chiar fără fenomene vulcanice propriu-zise.

Cutremurele de pămînt se ivesc în lungul faliilor sau în apropierea marilor adîncimi oceanice, adică acolo unde există dezechilibru în coaja Pămîntului.

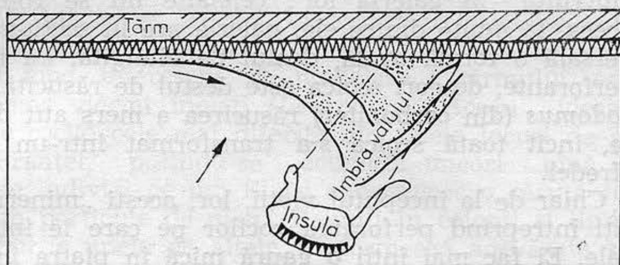
Prin aceste fenomene seismice se aduc modificări importante formei litorale a fundului submarin.

Numai începînd din secolul al XX-lea pînă în anul 1965 au fost înregistrate pe glob 17 cutremure cu caracter catastrofal, în care au pierit circa 500 000 de oameni. Cutremurele cu cea mai mare intensitate au fost cele produse în Chile începînd de la 22 mai 1960. Ele s-au succedat aproape fără întrerupere timp de şase zile. Acestea au fost cele mai puternice cutremure cunoscute pînă în zilele noastre şi au fost înregistrate de toate seismografele de pe glob.

Unele cutremure au provocat valuri uriaşe, care au lovit întreaga coastă a Pacificului din America de Nord, din America Centrală şi de Sud, pînă în Japonia şi Filipine, valurile ajungînd pînă în Alaska şi în toate insulele din Pacific unde au provocat numeroase victime şi pagube materiale.

4. *Acţiunea organismelor marine*

Organismele vii joacă un rol important în transformarea aspectului ţărmurilor maritime şi oceanice. Este de ajuns să se parcurgă ţărmul, mai cu seamă în regiunile cu fa-



Apărarea țărmului de către o insulă

leze calcaroase, pentru a recunoaște intensitatea activității desfășurate de o sumedenie de nevertebrate. Aceste animale găuresc fără încetare piatra, pentru a-și lărgi locașul în care trăiesc. Fiecare individ scoate sub formă de praf foarte fin o cantitate din stîncă ceva mai mare decît corpul său. Pentru că sînt miliarde de asemenea organisme, reunite pe un spațiu întins al țărmurilor, ele reușesc prin munca lor — adunată în timp — să distrugă faleza. Stîncile găurite devin sfărîmicioase. Ciuruite de galerii, în cele din urmă ele se prăbușesc. Așa se explică prezența mîlului cenușiu de pe lîngă unele țărmuri calcaroase.

Unele animale nu se mulțumesc numai cu roca calcaroasă, ci atacă bazaltul și chiar granitul cel mai dur. Dintre acestea, molusca *Pholas dactylus* [1] este cea mai „activă". După cum cariul găurește lemnul, săpînd galerii întortocheate, tot așa această moluscă perforează pietrele cele mai tari.

Moluștele care perforează stîncile acționează fie mecanic — întrebuințînd scoicile lor (de ex. *Pholas)* cu excrescențe dințate situate pe marginea anterioară a cochiliei drept pile — fie chimic, cu ajutorul acidului carbonic sau al unui alt acid (de exemplu *Lithodomus)*. Organismele care acționează mecanic se învîrtesc în timpul

[1] Asemănător cu aceasta, molusca vermiformă *Teredo navalis* roade și sfredelește toate obiectele și construcțiile de lemn — submerse, pricinuind astfel mari deteriorări ambarcațiilor și unor lucrări portuare.

„lucrului" în galeria lor; celelalte nu se rotesc; de aceea, la multe dintre ele, galeria are în secţiunea transversală o formă ovală, destul de alungită. La moluştele perforante, deseori scoica este destul de răsucită. La *Spirodomus* (din carbonifer) răsucirea a mers atît de departe, încît toată scoica s-a transformat într-un adevărat sfredel.

Chiar de la începutul vieţii, lor, aceşti „mineri" neobosiţi întreprind perforarea rocilor pe care le întîlnesc în cale. Ei fac mai întîi o gaură mică în piatra în care se instalează. Apa le procură o hrană suficientă. Încet, încet organele acestor vietăţi se dezvoltă şi sînt silite să-şi lărgească locuinţa, vîrîndu-se în ea tot mai adînc. La început, indivizii înaintează, aproape în sens orizontal. Ajunşi la o oarecare adîncime, ei îşi schimbă brusc direcţia şi sfredelesc piatra de sus în jos. Galeria unei asemenea moluşte are aspectul unei pipe, al cărei ciubuc comunică cu marea. Prin orificiul acestui locaş, marea introduce zilnic hrană animalului prizonier şi în acelaşi timp extrage praful de rocă produs de acesta şi care se depune pe fundul submarin.

În afară de moluşte, mai sînt şi alte mici organisme care ajută marea în acţiunea ei de înghiţire a unei părţi din uscat şi de depunere a lui pe fund. Astfel, dintre anelide (viermi inelaţi) se citează *Polydora ciliata*, care ciuruieşte calcarele cele mai tari.

Dintre spongierii perforanţi, *Cliona vastiphica* acţionează în mod asemănător, cu observaţia că ei atacă şi scoicile, săpînd şi în ele galerii; în felul acesta, spongierii produc pagube grave bancurilor de stridii din crescătorii.

Dintre echinoderme, aricii de mare sapă cel mai puternic în granitul tare, formînd alveole emisferice, în care se adăpostesc. Pe ţărmul de vest al Europei se văd stînci ciuruite de găuri, de forma unor cupe de mărimea unei jumătăţi de portocală, în care se adăpostesc aricii de mare. Ei produc aceste scobituri, învîrtindu-se uşor şi atacînd piatra cu ajutorul substanţelor acide pe care le secretă.

Acţiunea liniştită, imperceptibilă, însă continuă a tuturor acestor fiinţe produce efecte imense; ele fac să dispară mari suprafeţe din litoral, pe care-l transformă în-

tr-o masă fină ce se depune, împreună cu celelalte sedimente, pe fundurile abisale.

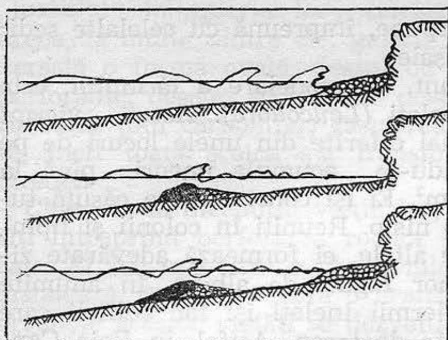
Un alt mod, interesant, de modelare a țărmului, este datorit unor viermi inelați *(Leucodora).* Acești viermi sfredelesc rocile cele mai diferite din unele locuri de pe țărmul Franței, putîndu-se acumula uneori pînă la 300 000 de indivizi pe m^2. Ei își construiesc o căsuță tubulară din particule de nisip. Reuniți în colonii și lipindu-și tuburile unele de altele, ei formează adevărate ziduri, cu înfățișarea unor faguri de albine. În anumite puncte ale țărmului, viermii inelați își fac edificii care acoperă părți importante de teren. Astfel, în Baia Cancale, pe țărmul de nord al Franței, se găsește „bancul hermulelor", un adevărat recif care a cotropit bancurile de stridii din apropiere.

În acțiunea de transport, viețuitoarele au un rol secundar, atît pe continent, cît și în apele mării. Unele alge de dimensiuni pînă la 305 m, ca cele din Marea Sargaselor se fixează pe stîncile țărmului, din care smulg uneori bucăți, pe care le poartă, sub influența curenților, pînă departe în largul mării.

Există însă și organisme marine care manifestă acțiuni de protejare a țărmului. Astfel, algele și ierburile marine *(Zoostera)* sînt aruncate de valuri pe țărm, contribuind, după putrezire, la formarea mîlului și a nisipurilor de pe plajă. Coralii clădesc bariere calcaroase care apără țărmul de acțiunea valurilor. La tropice, tufișurile de mangrove protejează, de asemenea, țărmul și favorizează acumularea mîlului vîscos în zona litorală.

5. *Activitatea omului*

Țărmurile mărilor sînt, de obicei, foarte populate; în multe insule, regiunile din interior sînt aproape nelocuite, populația fiind grupată mai ales în zona litorală. Dezvoltarea navigației a dat naștere la centre cu o intensă activitate economică, așezate pe țărmurile mării, centre care au devenit mari porturi și stațiuni balneare. Aceste așezări omenești au schimbat radical aspectul litoralului în multe părți ale lumii.



Schema acţiunii de apărare a sparge-valului submarin (înainte de construirea sparge-valului—sus; în primul an — la mijloc şi în al doilea an — jos)

Cantităţi uriaşe de material au fost transportate pe litoralul mării pentru ridicarea oraşelor şi a porturilor, pentru construirea digurilor şi pentru consolidarea ţărmurilor sau pentru înălţarea farurilor şi a staţiilor de semnalizare. Făcînd asemenea lucrări, omul modifică continuu şi înfăţişarea ţărmului; acesta este unul din aspectele luptei permanente, multilaterale şi complexe pe care o duce omul pentru supunerea forţelor naturii.

Dacă forţele naturii conlucrează atît la distrugerea şi la modelarea ţărmurilor, cît şi la apărarea lor (spre exemplu prin barierele calcaroase ale recifelor coraligene), contribuţia omului la modificarea aspectului ţărmurilor maritime şi oceanice are numai un caracter constructiv.

Mijloacele de luptă împotriva distrugerii ţărmului sînt diferite: sarcina ştiinţei este de a le găsi pe cele mai sigure şi mai avantajoase. Cunoscînd forţele care acţionează asupra ţărmurilor şi modul cum schimbă ele configuraţia acestora, omul poate dirija procesul în folosul lui şi chiar să silească forţele distrugătoare să conlucreze la consolidarea ţărmului.

Cînd trebuie apărate sectoare litorale foarte valoroase, omul recurge la diferite mijloace, folosind şi forţele naturii. În acest sens, „sparge-valurile" submarine şi teres-

tre îndeplinesc și un rol activ. Sparge-valul este format dintr-un șir lung de masive de beton compacte și prinse între ele, situate la 30—50 metri de țărm ; limita anterioară a masivelor este în pantă ușoară, iar cea posterioară — verticală. Valurile ce trec peste aceste sparge-valuri pierd circa 75% din energia lor ; totodată, ele aruncă peste sparge-val diferite materiale de eroziune, pe care le depozitează în spatele lui și formează treptat o plajă, care apără țărmul de restul valurilor slabe.

Lupta contra forței mării necesită eforturi foarte mari, ducînd adeseori la adevărate lucrări de transformare a naturii.

În multe țări s-au întreprins mari lucrări în această direcție. Uniunea Sovietică pășește astăzi la realizarea unor construcții cu adevărat gigantice, cum este canalul care va lega Marea Neagră de Marea Caspică. [1]

Printre alte lucrări spectaculoase care au schimbat înfățișarea geografică a unor regiuni ale globului, determinînd și schimbarea drumurilor maritime între continente, se numără marile sisteme de diguri din Olanda, Canalul de Suez între Marea Mediterană și Marea Roșie, Canalul Panama care leagă Oceanul Atlantic cu Oceanul Pacific, Canalul Sulina care pune în comunicație mările și oceanele cu interiorul Europei etc.

Dacă adăugăm la operele efectuate de mîna omului lucrările efectuate la noi în țară — prin construcția porturilor Sulina, Mangalia și Constanța, prin îndiguirile

[1] După cum se știe, nivelul Mării Caspice este în continuă scădere. Ceva mai mult, prevederile pe termen lung arată că peste 10—11 ani nivelul Caspicei va scădea cu încă 1,5—2 m, astfel că navigația și pescuitul vor fi periclitate. Pentru combaterea acestui fenomen atît de dăunător, proiectul ing. sovietic B. Kajinski prevede săparea unui canal lung de 900 km care să unească Marea Neagră (la strîmtoarea Kerci) cu Marea Caspică (în regiunea Mahacikala). Cum între cele două mări există o diferență de nivel de 28 m, s-a calculat că anual vor trece din Marea Neagră în Marea Caspică 62,5 miliarde m^3 de apă. Datorită acestei diferențe de nivel, pe canalul nou creat se va putea construi și o hidrocentrală electrică cu o putere de 450 000 kW. În legătură cu această problemă există și alte păreri, cum ar fi aceea de a aduce o parte din apele rîurilor Siberiei vestice în Marea Caspică.

aflate în curs de executare în lunca Dunării și în Deltă — se vede ce rol important îl are activitatea omului la modificarea malurilor mării și ale apelor în general.

C. INSULELE

Insula este o suprafață terestră, în general puțin întinsă, supusă din toate părțile influenței întinderii de apă care o înconjoară.

În afara celor cinci continente, la care se adaugă și continentul Antarctic, care reprezintă marea masă a uscatului, oceanul planetar este presărat cu numeroase insule, a căror suprafață este de cca 8 300 000 km^2 (fără Groenlanda).

Singură Groenlanda, cea mai mare insulă de pe pămînt, are o suprafață de 2 176 000 km^2, din care 1 834 000 km^2 sînt acoperiți cu ghețari.

După poziție, litologie și geneză se deosebesc insule continentale și insule oceanice.

1. *Insulele continentale*

Insulele continentale s-au desprins din continente mai de mult sau sînt resturile unor părți ale continentelor scufundate. Deși sînt despărțite de continente printr-o întindere de apă, totuși aceste insule, prin baza lor, continuă să fie legate de corpul continentului. Baza unora dintre ele se sprijină fie pe platforma continentală (de ex. Novaia Zemlea, Vranghel, Terra-Nova, Marea Britanie cu Irlanda, Tasmania etc.), fie pe povîrnișul continental (de ex. Madagascar, Ceylon, Sardinia, Corsica etc.).

Insula Șerpilor, numită în antichitate Fidonisi, singura insulă din largul Mării Negre, și insula Popina din complexul Razelm sînt resturi ale dealurilor Dobrogei, care se întindeau peste Mahmudia, departe în Marea Neagră, pînă în Crimeea. Insula Șerpilor este situată spre larg de litoralul maritim al Deltei Dunării, la o distanță de 48 km în direcția E-NE de farul de la Sulina. Constituită

din gresii, conglomerate și cuarțite, insula are o suprafață de 17 ha, acoperită în mare parte cu guano (provenit de la miile de păsări care o populează în timpul clocitului) și un perimetru de 1 980 de metri. Punctul cel mai înalt al insulei este situat la 49 m față de nivelul mării și 72 m față de fundul apei.

Primii vizitatori care au debarcat pe țărmurile acestei insule și de la care știm cum arăta ea acum 2 500 de ani au fost corăbierii heleni. Pe atunci, insula însuma o suprafață de 4 ori mai mare decît cea actuală, mărturie fiind stîncile submerse din jurul ei aflate la cîteva sute de metri în larg (și care fac astăzi periculoasă apropierea de țărmul ei).

Cercetările geologice întreprinse de oamenii de știință ruși în perioada 1819—1841 au redat științei o gamă bogată de dovezi ale civilizației antice, printre care 2 000 de monede grecești, romane și calipidice, precum și resturile templului consacrat eroului troian Achile, de formă pătrată cu fiecare latură de 29,87 m. Materialul ruinelor templului a fost folosit de foștii stăpînitori ai insulei, turcii, prin anul 1846, la construirea farului și a clădirii păzitorilor lui.

Aceste mărturii ale civilizației helene de acum 2 500 de ani dovedesc că stîncile submerse din jurul insulei, erodate de valurile mării, constituiau împreună cu stînca rămasă de astăzi o insulă cu o suprafață apreciabilă, prevăzută cu golfuri bine adăpostite, care permiteau navigatorilor greci în peregrinările lor prin Marea Neagră să-și ancoreze triremele lor cu toată siguranța pe fundul golfurilor.

Soarta insulei însă este amenințată. Vînturi puternice din toate direcțiile generează valuri de 3—4 m înălțime, care, cu forța de aproape 200 cai putere pe cm^2/s, vor șterge în decurs de circa 1 500 de ani această insulă de pe hărțile marine.

Insulele continentale, numite și *insule dezmembrate*, trădează proveniența lor continentală prin concordanța structurii lor geologice cu a acelui continent din care s-au desprins, precum și prin asemănarea florei și a faunei lor. Insulele care au rămas izolate din timpuri foarte vechi au specii endemice proprii : Celebes, Ceylon, Antile.

Uneori, insulele — îndeosebi cele stîncoase — sînt unite cu țărmul printr-un prag numit „tombolo". El poate fi simplu, ca la Gibraltar, sau dublu, ca la Monte Argentario. În acest caz, țărmurile sînt mai bine apărate și consolidate.

Insulele au jucat și joacă un rol însemnat în viața oamenilor, fapt pe care îl vom ilustra aici prin cîteva exemple cu caracter de curiozități științifice.

O insulă cu triplă însemnătate este Bahrein, din Golful Persic. Celebritatea i-au adus-o zăcămintele de petrol și perlele sale. Dar asta nu e totul. Nisipul galben al insulei este presărat cu vreo sută de mii de tumuli, coline mici artificiale, morminte construite cu vreo 3 000 de ani î.e.n. de vechii sumerieni, care trăiau pe atunci la nord de Golful Persic. Iată deci că încă de acum cinci milenii primele civilizații aveau tentație spre viața insulară.

Mica insulă Gotland din Marea Baltică, denumită insula Vikingilor, a jucat și ea un rol foarte însemnat timp de mai bine de opt secole, prin comerțul ce-l făcea în special cu Rusia, Bizanțul și cu Engliterra devenind în scurtă vreme „Cartagina Balticii". Marea a săpat în țărmurile ei peșteri adînci, folosite de întreprinzătorii vikingi pentru adăpostirea bogățiilor lor.

Insula Djerba din golful Gabes, aproape de coasta Tunisiei, a atras atenția lui Homer, căci aici a fost una din escalele lui Ulysse în timpul călătoriei sale de întoarcere spre Itaca.

Insula Cipru, cu frămîntata ei istorie, a dat numele său aramei — cupru —, pe timpul romanilor acest metal constituind o însemnată bogăție a insulei, cu care locuitorii ei făceau un întins comerț.

2. *Insulele oceanice*

Insulele oceanice nu au nimic comun cu continentele, adică n-au făcut niciodată parte dintr-un continent, ci au apărut cu totul independent. În general, insulele oceanice au întindere mică, iar fauna și flora lor sînt bogate în forme

endemice (răspîndite pe o suprafaţă restrînsă) şi în tipuri proprii vechi.

Toate grupurile de insule, foarte diferite, împrăştiate în Oceanul Pacific şi cuprinse între coastele orientale ale Asiei şi ţărmurile occidentale ale Americii, precum şi cele situate la sud şi sud-est de Indochina constituie, după geografi, *Oceania*. Această lume aparte, de insule, cuprinde patru regiuni geografice : *Malaesia*, cu insulele indoneziene (Sumatera, Djava, Kalimantan, Celebes, Flores, Bali, Timor ş.a.) şi insulele Filipine ; *Melanezia* cu insulele şi arhipelagurile : Noua Guinee, Moluce, Amiralităţii, Bismarck, Solomon, Santa Cruz, Noua Caledonie, Viti, Noile Hebride şi Figi ; *Micronezia* (la nord de Melanezia) cu arhipelagurile Bonin, Mariane, Palau, Caroline, Marshall, Gilbert şi Ellice ; toată partea de est a Oceaniei o formează Polinezia cu arhipelagurile Havai, Ecuatoriale, Fenix, Samoa, Marchize, Tonga (Cook, Societăţii, Tuamotu, Tahiti, Tubuai, Mangareva, Noua Zeelandă şi Tasmania, insula Paştelui şi Galapagos.

Printre insulele oceanice unele reprezintă un mare izvor de bogăţii naturale datorită depunerilor de guano. Aşa sînt insulele situate în largul ţărmului peruvian. Aici, la distanţe cuprinse între 3 şi 35 de mile de coastă se află o serie de insule izolate sau grupate, ca Lobos de Tierra, Lobos de Afuera, Pescadores, San Lorenzo şi altele.

Aceste insule constituie locul de clocit a milioane de păsări, care se hrănesc cu ceea ce le dau apele de suprafaţă. El au fost descrise recent de profesorul dr. M. Băcescu, care a luat parte la expediţia americană de 40 de zile în Oceanul Pacific în 1966 :

„Contemplînd de pe punte ţărmurile care se îndepărtau, sîntem deodată izbiţi de un miros neplăcut. Se vestesc astfel insulele de guano sau «insulele albe», cum le numesc localnicii. Pustii, lipsite de orice vegetaţie, insulele acestea sînt o adevărată bogăţie pentru economia Perului. Păsările numite de localnici «guanai», care-şi fac cuibul aici, sînt producătoarele celui mai bun îngrăşămînt natural din lume, de 30 de ori mai activ decît gunoiul de grajd. Anual ele depun 350 000 tone de guano pe insule. Cam din şapte în şapte ani cînd curentul cald

«El Ninío» dinspre ecuator pătrunde între litoralul peruvian și curentul Humboldt, îndepărtîndu-l cu 200—300 km spre larg, guanaii, negăsind cantitatea necesară de pește, pier cu duiumul, iar valurile clădesc pe țărm din cadavrele lor adevărate dune".

Guanoul a fost folosit cu secole în urmă de incași, iar grija față de păsările guanai era atît de mare, încît oricine pătrundea în perioada clocitului pe insule era pedepsit cu moartea. Și azi ele se află sub protecția specială a legii, iar stîncile pustii, de rocă roșie, cu căciula lor albă de guano, nu pot fi vizitate decît cu permis special.



Insulele oceanice se mai deosebesc și după modul de formare, unele avînd o geneză legată de vulcanism, altele fiind generate de acțiunea constructivă a coralilor.

Erupția unui vulcan pe fundul mării constituie începutul formării unei insule vulcanice. În locurile de mică adîncime, insula se poate forma într-o singură fază.[1] Dacă însă insula se înalță de la adîncimi mari, ea apare la suprafață de obicei după erupții repetate, ca urmare a depunerii materiei rezultate din aceste erupții vulcanice. Astfel de manifestări ale vulcanismului submarin se recunosc adeseori la suprafața apei după fragmentele plutitoare și după scoriile (bucăți de lavă poroasă) aflate în acea regiune, după bolborosirile de gaze însoțite de flăcări ce se degajă din adîncuri, după întinsele cîmpuri de cadavre ale organismelor marine etc.

Insulele vulcanice sînt înalte, deoarece ele continuă să crească și după apariția lor deasupra nivelului mării.

[1] În anul 1796, navigatorul rus Kotzebue a observat aproape de Umnak nașterea unei insule (din grupul Aleutinelor), pe care a denumit-o „Bogoslav". După 8 ani, niște vînători au vizitat această insulă, înaltă de 116 metri și au constatat că apa din jurul ei avea o temperatură ridicată, iar terenul ei era atît de cald, încît prin unele locuri nu se putea trece. În anul 1819, insula s-a ridicat la 130 metri, în 1880 s-a redus la 80 metri, iar în 1883 s-a ridicat din nou pînă la 200 metri. Fenomene similare s-au observat recent în zona Azorelor, a Irlandei etc.

Insula Havaï, formată din 5 vulcani care s-au contopit între ei (doi dintre ei, Mauna Loa și Kilauea, sînt activi și în prezent), este caracteristică în această privință. Baza vulcanului Mauna Loa se găsește la o adîncime de 4 600 m., iar înălțimea lui deasupra nivelului mării este de 4 166 m ; deci, giganticul edificiu vulcanic se înalță cu 8 766 m deasupra fundului mării, adică aproape atinge înălțimea lui Ciomolungma (Everest).

Insulele vulcanice sînt răspîndite în toate oceanele, la diferite latitudini. Pe ele se fixează în multe cazuri coralii și alte organisme constructoare, dînd naștere recifelor, atolilor și insulelor de corali.

Adesea se pot vedea pe insulele din Pacific torente de lavă solidificată ajunsă pînă la țărmul mării. Țărmurile stîncoase și prăpăstioase alternează cînd cu plaje de nisip în spatele cărora se întind văi cu arbori și palmieri, cînd cu maluri joase pe care domină desișurile de mangrove. Versanții înalți ai insulelor vulcanice, situați în calea vînturilor alizee, care aduc umezeală, sînt acoperiți de vegetație tropicală bogată și deasă. Pe versanții opuși, care nu sînt bîntuiți de vînturi, vegetația este mult mai săracă, iar colinele sînt acoperite de iarbă, mărăciniș uscat și lăstăriș.

În Marea Mediterană, cele mai cunoscute insule vulcanice sînt : Lipare (Stromboli), Pantelleria, Santorin ; în Oceanul Atlantic — Azorele, Jan Mayen, Madera, Ascension, Sf. Elena, Martinica. În Oceanul Austral : Tristan da Cunha, Bouvet, Crozet, Kerguélen, Amsterdam ; în Oceanul Indian — Comore, Mascarene. În Oceanul Pacific, insulele vulcanice sînt foarte numeroase. Aici, ele sînt situate atît central (multe din insulele Oceaniei, insulele Havaï etc.), cît și pe margini (Galapagos, Juan Fernandez, o serie din insulele Sondele Mici, insula Paștelui etc.). În mijlocul Oceanului Atlantic, stîncile St. Pierre și St. Paul sînt simple „vîrfuri eruptive“ [1].

[1] Pe aceste insulițe au fost descoperite recent (1965) unele roci considerate a fi cele mai vechi de la suprafața pămîntului. Pe baza analizelor efectuate cu ajutorul stronțiului radioactiv, s-a putut stabili că vîrsta lor este de 4,5 miliarde de ani.

Localizarea vulcanilor pe insule sau pe țărmurile mărilor se explică prin faptul că litosfera, la limita dintre mări și continente, posedă cea mai mare mobilitate, adică are cea mai mare tendință de formare a crăpăturilor. Numai rareori se găsesc vulcani în interiorul continentelor ; în acest caz, ei sînt situați de-a lungul marilor fracturi continentale (Africa de est).

Insulele de corali sînt joase și reprezintă una din numeroasele construcții clădite pe corali[1] — cunoscute sub numele de recife coraligene sau de madrepore. Aceste insule depășesc rareori 250 sau 500 m în lățime. În schimb se pot întinde pe cîțiva kilometri în lungime. Joase și plate ca o masă, ele n-au decît cîțiva metri înălțime, astfel că valurile și vîntul spulberă peste ele nisip și fragmente de corali. Totuși, stratul subțire de pămînt de pe ele face posibil să crească o vegetație luxuriantă. Recifele coraligene sînt formațiuni caracteristice mărilor puțin adînci, mai ales pe platforma continentală. Reliefurile ridicate ale fundurilor Oceanului Pacific și Ocea-

[1] Coralii sînt zoofite (animale cu aspect de plante), organisme marine ce fac parte din încrengătura Celenterate, clasa Anthozoare ; exemple tipice : coralul sau mărgeanul roșu *(Corallium rubrum)* și hexacoralii. La formarea recifelor participă și hidroizii *(Millepora)*, bryozoarele *(Victorella, Cristatella, Flustra)* și algele calcaroase.

Coralii au aspectul unui arbore rămuros, format dintr-o parte centrală (polipier), constituită din $CaCO_3$ și Fe_2O_3, care se utilizează în bijuterii. Polipierul este acoperit cu o masă cărnoasă (sarcosom), cu mici cavități în interiorul cărora se află indivizii (polipii). Fiecare polip are opt brațe, crestate și albe, considerate odinioară flori de coral.

Coralii se hrănesc cu alge, cu protozoare și cu tot felul de organisme planctonice. Ei se înmulțesc prin ouă, prin larve și prin înmugurire și proliferație, formînd colonii în chip de rămurele sau de crăci cu aspecte infinit de variate și de un colorit scînteietor.

Diverse specii de mărgean cu o nuanță destul de palidă la lumina obișnuită, capătă culori verzi foarte vii cînd sînt luminate de raze ultraviolete.

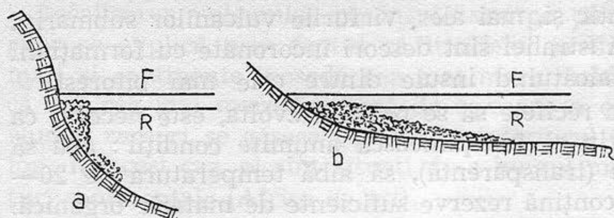
nului Atlantic și, mai ales, vîrfurile vulcanilor submarini din apele Australiei sînt deseori încoronate cu formațiuni de recife, alcătuind insule dintre cele mai pitorești.

Pentru ca recifele să se poată dezvolta, este necesar ca mediul marin să îndeplinească anumite condiții : apa să fie limpede (transparentă), să aibă temperatura de 20—25°C și să conțină rezerve suficiente de materie organică.

Insula se înalță datorită faptului că pe scheletele animalelor moarte se așază animale vii, care la rîndul lor sînt înlocuite de alte generații. Creșterea lor se face cu 1,5—3 cm pe an. Coralii își înalță construcțiile numai puțin sub nivelul mării. Aceste construcții se pot ridica și deasupra nivelului apei, datorită îngrămădirii sfărîmăturilor de calcar coraligen, sub acțiunea valurilor și a mișcărilor pozitive ale insulelor coraligene.



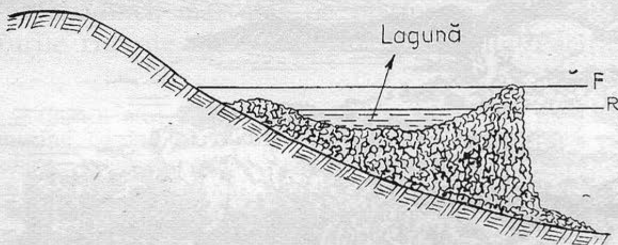
Colonii de corali



Schema recifului costier (F — flux; R — reflux);
a — lîngă țărm înalt; *b* — lîngă țărm jos

Adîncimea maximă pînă la care pot trăi coralii este de 40—60 m. Totuși, s-au descoperit construcții de corali și la adîncimi mai mari de 300 de metri.

Coralii sînt mai răspîndiți în regiunile insulelor vulcanice. Fără acestea ar fi imposibilă existența recifelor coraligene în largul oceanului, în regiunile cu adîncimi mari. La început, de pe fundul oceanului se înalță un con vulcanic ; cînd vîrful acestui con se apropie de su-



Recif barieră (F — flux; R — reflux)

prafața apei, încep să se dezvolte colonii de polipi coralieri. [1]

Construcțiile coraligene sînt de mai multe feluri : *recife marginale* (costiere), *recife-barieră* și *atoli.*

Recifele marginale (costiere) sînt lipite direct de țărmul unei insule sau de cel al unui continent. În timpul refluxului (mareea joasă), reciful rămîne complet descoperit.

[1] La alcătuirea recifelor propriu-zise participă în primul rînd algele, apoi foraminiferele și abia în al treilea rînd coralii, urmați de scheletele de brachiopode, moluște echinoderme, spongieri etc.

Recifele-barieră sînt mai mari decît cele marginale și se formează de-a lungul țărmurilor în pantă ușoară, la o oarecare distanță de ele, de care le desparte o fîșie mai mult sau mai puțin largă de apă ; acest canal este adeseori în comunicație cu marea, astfel că prin el navele pot să intre pentru a-și găsi adăpost.

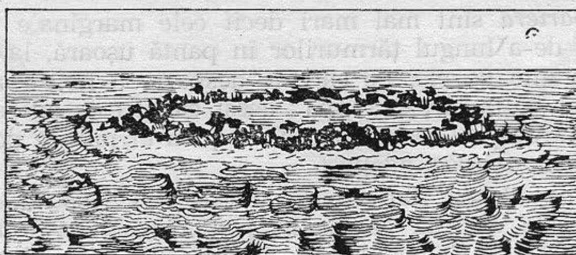
În afară de Marea Barieră din nord-estul Australiei, asemenea recife se mai găsesc în jurul insulelor Noua Guinee și în Noua Caledonie (recife alcătuite din calcar dur, alb, cu suprafața foarte neregulată), apoi în grupurile de insule Viti, Samoa, Tahiti, Caroline etc., pe ambele țărmuri ale Mării Roșii, în jurul insulelor Comore din Canalul Mozambic și, pe alocuri, la țărmul Braziliei.

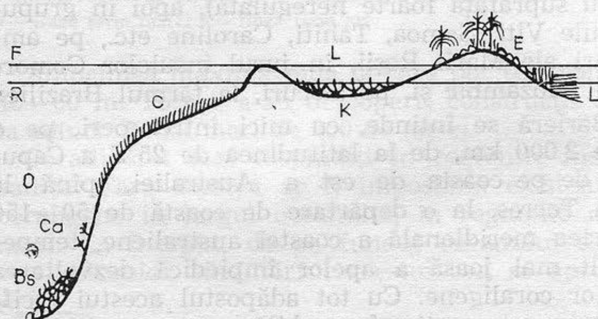
Marea Barieră se întinde, cu mici întreruperi, pe o lungime de 2 000 km, de la latitudinea de 25°S a Capului Sandy, de pe coasta de est a Australiei, pînă la strîmtoarea Torres, la o depărtare de coastă de 50—150 km. În partea meridională a coastei australiene, temperatura mult mai joasă a apelor împiedică dezvoltarea formațiunilor coraligene. Cu tot adăpostul acestui recif-barieră coasta este puțin favorabilă pentru construirea de porturi maritime. Laguna dintre coastă și recif este presărată cu sute de insule de corali. Privite din avion, aceste insulițe par pete aurii pe albastrul mării, iar adîncul apei prezintă un peisaj cu totul neobișnuit, alcătuit din construcții de corali de un colorit scînteietor, pe ale căror terase ondulează nenumărate alge cu frumoase reflexe de lumină.

Atolii au forme circulare. Ei închid o lagună mai mult sau mai puțin largă, cu diametrul pînă la 50 km și cu adîncimi de pînă la 30 m. Coroana atolului este, de obicei, întretăiată de mai multe deschideri, prin care se face legătura între lagună și mare și care uneori sînt navigabile.

Cea mai mare parte a atolilor se află în Oceanul Pacific. Numărul lor depășește aici 300. Există însă atoli și în alte oceane : 68 în Oceanul Indian, 26 în Marea Caraibilor și unul în Oceanul Atlantic.

Privit de pe puntea unei nave, atolul își etalează plaja orbitoare de corali, apoi verdele întunecat al palmierilor





Atol, aspect general (sus) și secțiune transversală (jos):
E — partea emersă de vegetație; *L* — lagună; *F* — flux; *R* — reflux; *K* — corali în lagună; *e* — regiune bogată în corali; *0* — limita inferioară de 40 m; *Ca* — corali de adîncime; *Br* — blocuri rupte

și după aceștia, prin canalele dintre insulițe se zărește albastrul sau verdele de smarald al apei din lagună. Mai departe se află oceanul albastru, iar pe recif spuma de argint a valurilor ce se rostogolesc.

Viața locuitorilor de pe atol nu este de loc ușoară, cum s-ar crede ; ea este grea prin lupta neobosită pentru existență ; luptă pentru hrană, luptă pentru apă de băut, luptă pentru spațiu. Viața este însă cu mult mai ușoară pe insulele vulcanice mari, atît de mănoase și unde omul găsește apă din abundență.

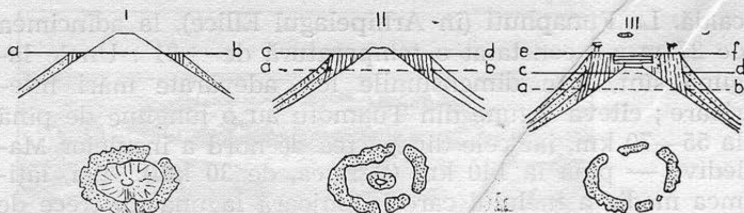
Lagunele atolilor au forme variate, apa închisă în ele avînd o temperatură mai ridicată decît a oceanului din jurul atolului. Laguna interioară puțin adîncă de la Tuamotu (adîncimea nu trece de 25—35 m) are apă foarte

caldă. La Funaphuti (în Arhipelagul Ellice), la adîncimea de 27 m s-a constatat o temperatură de +31°. Unele lagune sînt, prin dimensiunile lor, adevărate mări interioare ; cîteva lagune din Tuamotu au o lungime de pînă la 55—70 km, iar cele din partea de nord a insulelor Maledive — pînă la 140 km (lățimea, de 30 km). Aici, lățimea medie a inelului care înconjoară laguna nu trece de 0,5 km ; alteori însă, diametrul inelului atinge 139 km (de exemplu atolul din insulele Maledive, din Oceanul Indian). Profilul lor este totdeauna același. Platforma inelară, ieșită la suprafață, este îngustă, iar înălțimea ei rareori trece de 3 m. Pe platforma acoperită cu resturi de corali și cu nisip coraligen cresc palmieri care, priviți de la distanță, parcă ar ieși din mare. Apă dulce nu există în atoli, și totuși această vegetație — provenită din semințele aduse de vînturi sau de păsări — crește și se dezvoltă, cu rădăcinile îmbibate în apa de mare.

Construcțiile coraligene sînt, de obicei, întrerupte. Lîngă Noua Guinee, insulele Solomon, Noile Hebride, recifele costiere se întrerup complet în locurile în care apele dulci se varsă în mare, precum și în regiunile în care abundă tufișurile de mangrove. Același lucru se constată și în regiunile cu recife-barieră care înconjoară insulele de origine vulcanică din Oceanul Pacific — Tahiti, Figi ș.a.

Un interes deosebit îl prezintă „atolii imperfecți", adică acei atoli în ale căror lagune apar insulițe alcătuite din roci eruptive și nu insulițe de corali. Un exemplu este Mangarewa (grupa Tuamotu) ; altul — Insula Ermit (la vest de insulele Amiralității), în laguna căreia se află 4 insulițe vulcanice, precum și laguna Truck (în centrul arhipelagului Carolinelor) ; în laguna Truck, cu un diametru de circa 60 km, se găsesc 16 insulițe care au aspect de piscuri de munte, una dintre ele atingînd înălțimea de 480 metri deasupra nivelului mării.

În Oceanul Pacific, insulele de corali sînt așezate pe înălțimi submarine orientate, de obicei, de la nord-vest spre sud-est (insulele Caroline, insulele Marschall, Marchize, Tuamotu, Samoa și Tubuai etc.).



Formarea recifelor coraligene, după Darwin:
a—b, c—d, e—f —nivelul mării; *I*—insulă vulcanică cu recif de țărm; *II*—insulă vulcanică cu recif-barieră; *III*—atol

În Marea Mexicană (golful Mexic), coralii au îngustat ieșirea Gulfstreamului, astfel că, peste multe milenii, factorul biologic va determina închiderea completă a golfului. Același fenomen se petrece și de-a lungul insulelor Antile, unde se formează o barieră (de la insulele Bahamas și pînă la insula Trinidad) care tinde să închidă Marea Antilelor și s-o separe de Oceanul Atlantic. De asemenea, alinierile existente între atolii din Oceanul Indian indică modificări profunde la țărmurile de sud ale Asiei. La fel, Marea Roșie este pe cale să sufere modificări o dată cu dezvoltarea considerabilă a recifelor coraligene în regiunea ei de nord.

În ceea ce privește modul de formare a recifelor, există mai multe ipoteze. Darwin a fost primul care a arătat că scufundarea fundului mării este motivul principal al dezvoltării acestor „edificii". Paralel cu dezvoltarea recifelor se produce și distrugerea lor sub acțiunea valurilor și a organismelor perforante. Este suficientă o furtună puternică, pentru ca o bună parte dintr-un recif să fie smulsă și distrusă. Marile cutremure de pămînt și erupțiile ce au loc în multe ape populate de recife contribuie, de asemenea, la nimicirea acestora. [1]

[1] Scăderea nivelului mării aduce după sine moartea numeroaselor organisme care rămîn afară din apă. După unii geografi mai există o categorie de insule, cele *calcaroase*, cu înfățișare de platou. Țărmurile lor sînt abrupte și prăpăstioase, brăzdate de rîpe adînci și acoperite cu stînci de forme curioase. Suprafața lor este acoperită cu tufăriș și hățișuri de arbori. Ele nu au înălțime mare deasupra nivelului apei.

V FUNDUL MĂRII ȘI AL OCEANULUI

Relieful fundului oceanului a fost format prin aceleași procese ca și relieful continentelor ; și în acest caz s-a manifestat influența mișcărilor de ridicare și de scufundare a fundului oceanelor, de formare a cutelor și a faliilor, precum și acțiunea cutremurelor și a vulcanilor. În prezent se știe că pe fundul oceanului planetar există mari masive subacvatice centrale care formează un sistem unitar. Un inel de ridicături (pe fundul oceanului) înconjoară globul terestru între 40° și 60° latitudine sudică. Din acest inel se ramifică spre nord trei ramuri muntoase meridionale : masivul central atlantic, masivul central indian și ridicătura est-pacifică. Masivul central atlantic are peste 20 000 km lungime.

Chiar dacă acest relief nu este așa de frămîntat ca acela al continentelor, el prezintă totuși forme foarte variate. Astfel, soclurile pe care stau insulele sînt adesea foarte abrupte. Insula Sf. Elena are pante de 40°, Tristan da Cunha — 33°, Cuba — 35°, Sf. Paul, în Atlantic — 62°, iar în Mediterana pantele insulei Santorin din arhipelagul grecesc trec de 50°. Ca titlu de comparație se indică Fujiyama din Japonia, care este unul din vulcanii cu forma cea mai regulată și care nu are decît 35° în pantă

în partea sa cea mai abruptă, iar la bază panta nu este decît de 12 grade — 15 grade.

În numeroase părți ale globului sondajele au scos la iveală existența pragurilor submarine. Unul dintre cele mai caracteristice este acela care barează strîmtoarea Gibraltar și separă Mediterana de Atlantic printr-o creastă sau un fel de dig stîncos, care se ridică vertical de pe fundul mării și care determină, între cele două părți, accentuate diferențe de temperatură a apei.

În cea mai mare parte, fundul oceanelor are înfățișarea unor cîmpii întinse, cu dealuri largi, fără văi adînci și fără culmi crestate — un peisaj relativ monoton, puțin variat, cu pante în cea mai mare parte reduse. Aici nu are cine să dăltuiască relieful. Despre vînt, ploi, variații de temperatură, ape curgătoare nu se poate vorbi pe fundul mărilor și al oceanelor. Numai arar fundul apare stîncos și numai acolo unde mai ajunge efectul curenților puternici de la suprafață și oprește depunerea mîlului. Restul fundului este acoperit cu un mîl foarte fin, alcătuit din nămolul depus de fluvii sau rezultat din sfărîmăturile țărmurilor, praful atmosferic căzut în mare, cenușa vulcanilor, nenumăratele celule și schelete de alge, de protozoare sau de moluște, provenite de la suprafața apei.[1]

În afară de unele regiuni marine „închise" (strîmtori sau anumite gropi oceanice foarte adînci și cu suprafața mică), fundul oceanului este peste tot *convex*. El urmează pe toată întinderea sa convexitatea pămîntului. Atît înălțimile munților, cît și adîncimile oceanice nu constituie de fapt — luate la scară — decît asperități neînsemnate față de diametrul pămîntului.

A. PRINCIPALELE ELEMENTE MORFOLOGICE ALE BAZINULUI OCEANIC

Relieful fundului oceanic prezintă mai multe regiuni și zone și anume : *regiunea treptei continentale,* care cuprinde platoul continental (cu zonele : prelitorală, lito-

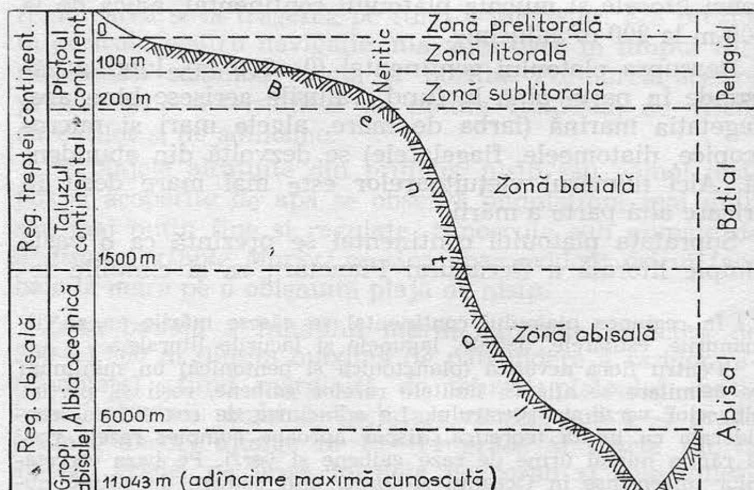
[1] Grosimea mîlului crește în fiecare an cu 0,5 mm.

rală și sublitorală), *taluzul* sau panta continentală (zona batială) și *regiunea abisală*, cu adîncimi de peste 6 000 m (fundul oceanic sau albia propriu-zisă) în cadrul căreia se întîlnesc gropi sau depresiuni abisale.

Pe baza sondajelor și a măsurătorilor făcute se indică următoarele date privind suprafețele și adîncimile zonelor oceanice :

	Suprafața (în mil. km²)	Adîncimea medie (în m)	%
Platoul continental	22,5	90	6,3
Taluzul continental	43,6	1 270	12,1
Albia oceanică	283,7	4 420	78,5
Depresiunile abisale	11,2	6 100	3,1

Platoul (platforma continentală) sau, cum i se mai spune, „regiunea periferică de mică adîncime" (șelf) reprezintă prelungirea submarină a continentului, marginea lui inundată, cu adîncimi de pînă la 200 m. Este un



Regiunile și zonele de adîncime ale fundului oceanic

fel de prispă sau prag continental, cu un povîrniș foarte lin. De fapt, schimbarea pantei și nu adîncimea constituie adevărata limită a platoului continental. În unele părți, această schimbare de pantă se produce la 100 m, în altele la 300 m și chiar la 500—650 m.

În general, adîncimea de 200 m marchează bine limita unei zone care prezintă interes pentru navigație și pentru pescuit.

Regiunea platoului continental cuprinde mai multe zone [1]:

Zona prelitorală este acea parte a mării care rămîne uscată în timpul refluxului (mareei joase). Ea se întinde între limita maximă de acțiune a valurilor, spre uscat și linia retragerii apelor de la țărm spre mare, sub acțiunea vînturilor. În partea ei interioară îndeplinește rolul unei anticamere a zonei litorale, iar în partea superioară face tranziția spre viața geobiotică.

Zona litorală este porțiunea de mare dintre zona prelitorală și linia adîncimilor de 100 m, este considerată ca limită maximă pentru dezvoltarea algelor marine. [2]

Zona sublitorală este porțiunea de mare dintre limita zonei litorale și muchia platoului continental, adică de la 100 m la 200 m adîncime.

Deasupra platoului continental (0—200 m), lumina pătrunde în parte pînă la fund, valurile aerisesc bine apa, vegetația marină (iarba de mare, algele mari și microscopice, diatomeele, flagelatele) se dezvoltă din abundență. Aici numărul viețuitoarelor este mai mare decît în oricare altă parte a mării.

Suprafața platoului continental se prezintă ca o vastă cîmpie litorală a Oceanului Planetar ; ca și cîmpiile te-

[1] În regiunea platoului continental se găsesc mările anexe, limanurile, estuarele, deltele, lagunele și lacurile litorale.

[2] Pentru flora acvatică (planctonică și bentonică) un minimum de asimilare se află în limitele razelor galbene, roșii și, parțial, ale celor verzi ale spectrului. La adîncimea de cca 100 m, considerată ca limită teoretică, dispar aproape complet razele roșii și rămîn numai urme de raze galbene și verzi. Pe baza cercetărilor întreprinse în Oceanul Atlantic, unii oameni de știință numesc adîncimea de 100 m „limita laboratoarelor de producție a vieții marine și a pășunilor animalelor planctonice".

restre, ea are numeroase neregularități care, în general, nu sînt prea mari (movile, depresiuni, văi submarine, terase etc.).

În regiunile arctice ale Siberiei, platoul continental se întinde pînă la o distanță de 300—650 km de țărm, în timp ce în lungul țărmurilor de vest ale Americii de Sud este foarte îngust. În Marea Mediterană, în fața Algerului, de la o distanță determinată de bătaia farului, o sondă aruncată de pe navă arată adîncimea de 2 000 m ; la țărmurile Norvegiei, platoul continental este precedat de o platformă orizontală, după care urmează un taluz brusc și apoi platoul propriu-zis. Canalul Mînecii, Marea Irlandei, aproape toată Marea Nordului și Marea Baltică fac parte din platoul continental.

Sondajele sonice au demonstrat că pe fundul platoului continental se întîlnesc uneori, pe întinderi mari, denivelări sub formă de „dune" sau de praguri de nisip. În Marea Nordului, înălțimea acestor praguri submarine este de 10—12 m, iar lungimea lor atinge 200 m. Ele sînt cunoscute și temute de echipajele flotelor de pescuit, deoarece uneori vîrfurile lor ascuțite produc neplăceri la remorcarea și la tragerea pe fund a uneltelor. Ele prezintă pericole pentru navigație, mai ales dacă în timpul furtunilor își schimbă forma și poziția. Formarea acestor praguri este determinată de natura fundului, de viteza curenților și de adîncime.

Pe plajele alcătuite din prundiș, nisip sau nămol nisipos și acoperite de apă se observă ondulațiuni mai mult sau mai puțin fine și regulate, cunoscute sub numele de *undișoare (ripple Marks)* acestea apar evident oricui face baie la mare pe o obișnuită plajă de nisip.

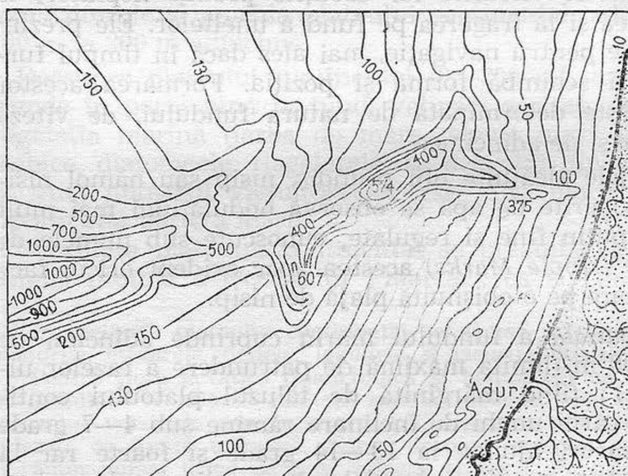
Zona batială a fundului marin cuprinde adîncimi de 200—1 500 m (limita maximă de pătrundere a razelor ultraviolete) ; fiind mărginită de taluzul platoului continental al cărui unghi de înclinare rămîne sub 4—7 grade (numai uneori ajunge la 13—14 grade și foarte rar la 40—45 grade, pe lîngă insulele de corali și cele vulcanice). Inițial taluzul este abrupt, apoi panta lui devine

lină, pentru a se racorda la fundul plan, adevărata albie a oceanului.

Suprafața taluzului este de obicei dreaptă sau ușor ondulată, fiind în unele locuri străbătută de văi adînci, care pornesc uneori, în zona platoului, chiar de la țărm. Sondajele au arătat că de multe ori între văile de platou și cele de pe taluzul continental și gurile apelor curgătoare, există o legătură. Așa se întîmplă la vărsarea fluviilor Anabar, Oleniok, Lena, Congo, Hudson, Mississippi, Yukon, Ind, Gange.

Pe țărmul de vest al Franței — la promontoriul Breton, unde se găsea altădată gura fluviului Adour — se află o interesantă vale submarină care debutînd la aproape 300 m de țărm, prin adîncimi de 30 m, taie platoul continental pînă la adîncimea de 1 000 m. Pe timp frumos, această vale submarină devine vizibilă de la suprafața mării liniștite.

Valea submarină de la vărsarea fluviului Congo prezintă pînă la țărm funduri de peste 500 m pe o fîșie cu direcția est-vest, lată de 5—10 km, în timp ce la nord și la sud, ea nu este mai adîncă de 50 m. Această vale



Harta batimetrică a văii submarine Adour

este orientată chiar pe direcţia gurii fluviului şi pătrunde cu cîţiva kilometri în interior (unde se găsesc adîncimi de peste 200 m).

Valea submarină din faţa Deltei Indului are o formă regulată şi, începînd la 20 km de ţărm, prezintă o adîncime de 1 000 m la marginea platoului continental.

Sondajele efectuate pe direcţia văii submarine Hudson au arătat că o parte a acestei văi a fost croită de fluviul Hudson încă din epoca glaciară, pe cînd gura lui se găsea aproape pe actuala izobată de 70 m. Valea continuată pe direcţia izobatelor de 180 şi 900 m nu este decît continuarea văii fluviului şi provine din unul dintre braţele vechii guri a fluviului, astăzi scufundată.

Zona abisală cuprinde adîncimi între 1 500 şi 6 000 m. Ea constituie fundul propriu-zis al oceanului, albia lui şi are ca suprafaţă porţiunea înconjurată de muchia inferioară a taluzului continental, fiind regiunea cea mai accidentată a oceanului.

Porţiunea fundului cu adîncimi de peste 6 000 m formează depresiuni adînci sau *gropi abisale*, care uneori coboară foarte mult.

Cu toate accidentele ce le prezintă fundul oceanului adînc şi abisal, peisajul său oferă totuşi puţine variaţii de reliefuri şi excavaţii. Pantele acestora, în afară de acelea ale insulelor vulcanice, sînt aşa de dulci, încît sînt cu greu observate de un presupus călător submarin. Cauza acestei regularităţi de forme submarine este uşor de înţeles. În timp ce masele continentale sînt expuse acţiunii tuturor agenţilor atmosferici : vînturi, ploi, scurgeri de ape, îngheţuri, acţiune tradusă în final prin fenomene de eroziune şi care deformează aspectul formelor continentale, adîncind văile, izolînd vîrfuri, cu un cuvînt producînd relieful atît de variat al continentelor, pe fundul oceanului aceste fenomene nu se produc. Urmarea este peste tot un sol uniform, de culoare gri, arid, peste care cade în permanenţă o adevărată ninsoare fină şi neîntreruptă, acoperind totul cu resturile provenite de la suprafaţă sau din zonele superioare.

PRINCIPALELE GROPI ABISALE

Denumirea gropii	Adîncimea maximă (în m)	Poziția gropii
A. Oceanul Pacific		
Atacama	7 634	De-a lungul litoralului Americii de Sud
Guatemala	6 488	De-a lungul litoralului vestic al Americii Centrale
Groapa Insulelor Aleutine	7 678	Mărginește la sud lanțul insulelor Aleutine
Groapa Insulelor Kurile	10 382	Mărginește spre est insulele Kurile
Japoneză	10 553	Situată în estul Japoniei
Riukiu	7 507	La est de insulele Riukiu
Mindanao	10 789	La sud-est de insulele Filipine
Groapa Marianelor	11 034	La sud-est de insulele Mariane
Bougainville	9 140	Între insulele Solomon și Noua Guinee
Groapa Noilor Hebride	7 569	În vestul insulelor Noile Hebride
Tonga	10 816	La est de insulele Tonga
Groapa Kermadekului	10 002	La est de insulele Kermadek
B. Oceanul Atlantic		
Groapa Antilelor	9 218	La nord de insula Porto-Rico
Romanche	7 728	La nord-est de Brazilia
C. Oceanul Indian		
Groapa Djavei	7 450	De-a lungul insulei Djava
D. Oceanul Arctic		
Groapa arctică	5 449	În punctul 82°23'N și 19°31' E

B. RELIEFUL FUNDULUI OCEANIC

Prezența pe fundul oceanelor a unor proeminențe și depresiuni reprezintă o mărturie a mișcărilor sale, parte integrantă din mișcările în general ale scoarței planetei. O caracteristică a regiunii de la periferiile nordice și sudice ale Oceanului Pacific o constituie arcurile de insule, adevărate ghirlande de pămînturi. De-a lungul marginii exterioare a acestor arcuri se află cele mai adînci depresiuni ale Oceanului Planetar — adevărate jgheaburi înguste, a căror adîncime o întrece cu mult pe aceea a oceanului (4 000—6 000 m), depășind și 10 000 m.

Lanțul acestor „șanțuri" de mare adîncime se întinde de la țărmurile Alaskăi pînă la Noua Zeelandă. Asemenea depresiuni se întîlnesc însă și la marginea estică (americană) a Oceanului Pacific, unde nu există arcuri de insule. Aici, ele sînt legate de crestele munților, situate de-a lungul continentului. Așa este cu groapa Atacama, situată în largul zonei litorale a Americii de Sud.

Arcurile de insule și depresiunile oceanice cu gropile abisale sînt în același timp și zonele celor mai active mișcări ale scoarței pămîntului. În aceste regiuni și astăzi se mai formează munți, producîndu-se crăpături și deplasări ale scoarței, urmate de multe ori de cutremure de pămînt.

În marea depresiune de-a lungul coastei Ecuador-Peru, cercetătorii din S.U.A. au întreprins studii oceanografice în lunile octombrie și noiembrie ale anului 1965. Cu ecografele, care înregistrau permanent adîncimea, s-a conturat mai întîi profilul fundului oceanic. Prin sondajele efectuate la adîncimile indicate de ecografe s-a adus apoi la suprafață — o dată cu proba fundului marin — și fotografia terenului mușcat de aparatul de sondat.

Acolo unde pe fotografii apăreau ridicături, expediția a descoperit prin dragaje o mare aglomerație de concrețiuni feromanganoase (depuneri de fier și mangan) provocate de bacterii, care au dat naștere unor bulgări sferici de dimensiuni între mărimea unei nuci și aceea a unei mingi de fotbal. Aceste concrețiuni sînt exploatate în S.U.A. pentru extragerea manganului, care revine mai ieftin decît cel din minele terestre.

Pietrişurile din largul coastei de sud-vest a Africii dau 5 carate de diamant la tonă (zăcămintele terestre din Africa de Sud dau 1 carat la tonă). În golful Tokio se scot lunar 30 000 tone de nisipuri feruginoase negre utilizate curent în siderurgie. În largul Malaieziei şi al Indoneziei (pînă la 40 m adîncime) se draghează minereu de cositor.

Spre deosebire de accidentele de relief continentale care pot fi observate direct, în cele mai mici amănunte, accidentele de pe fundul oceanic pot fi constatate fie pe baza măsurătorilor de adîncime, fie în ultimul timp prin observaţii batiscopice directe.

Pînă nu de mult, măsurarea adîncimilor se făcea cu ajutorul sondei cu greutăţi ; în prezent, adîncimile se măsoară cu ajutorul sondelor-ecou cu ultrasunet şi înregistrare automată. Folosirea acestora face posibilă efectuarea neîntreruptă a măsurătorilor în tot timpul mersului unui vas. Procedeul permite să se studieze pînă la detaliu forma şi adîncimea depresiunilor marine, adevărate jgheaburi înguste şi lungi, întinse pe lungimi de sute de kilometri. Totuşi, sonda cu greutate mai este folosită şi acum în navigaţia costieră şi la marile adîncimi, în special pentru ridicarea de probe din fundul oceanului.

În urma sondajului efectuat cu ajutorul sondei-ecou, nava părăseşte punctul dat, se mişcă de-a curmezişul depresiunii şi numai în cîteva minute de mers adîncimea se poate modifica cu 2 000—3 000 metri, fără ca schimbarea să fie detectată.

În anii din urmă s-au organizat cinci expediţii care au studiat în mod special depresiunile de mare adîncime : expediţia suedeză întreprinsă pe nava *Albatros*, cea daneză — pe *Galatheea*, cea engleză — pe *Challenger II*, cea americană — pe nava *Byrd* şi expediţia *Capricorn*. Este de amintit că nava sovietică *Viteaz* a întreprins o explorare a zonelor de mare adîncime din Oceanul Pacific şi în special a depresiunii Curile — Kamciatka. Aceasta este în prezent cea mai bine studiată dintre depresiunile marine.

În 1874, cablierul american *Tuscarora* a descoperit în depresiunea Kurile — Kamciatka o adîncime de 8 514 m.

Ea a fost cunoscută ca adîncimea Tuscarora, fiind considerată maximă, pînă în anul 1953, cînd nava *Viteaz* a descoperit în această depresiune o altă adîncime, de 10 382 metri.

Recent s-a propus utilizarea gropilor abisale pentru depozitarea deșeurilor radioactive provenite de la întrebuințarea izotopilor radioactivi în industrie. S-a și ales în acest scop depresiunea Tonga din Oceanul Pacific, care depășește adîncimea de 10 km și se află departe de așezările omenești. Această propunere ar fi acceptabilă numai în cazul în care depresiunea ar cuprinde un bazin de apă imobilă, adică cu apă stătută, iar substanțele radioactive ar rămîne acolo pe veci nemișcate.

Nava oceanografică sovietică *Viteaz,* în cursul expediției sale întreprinsă în anii 1957—1958 în Oceanul Pacific, a avut de executat cercetări și pe această temă în cadrul Anului geofizic internațional.

Prima sarcină în studierea unei depresiuni abisale constă în cercetarea amănunțită a reliefului fundului ei. În acest scop nava *Viteaz* înainta în zigzag de-a lungul întregii depresiuni Tonga, a cărei lungime depășește 1 000 de mile, schițînd, sub controlul sondei-ecou, conturul ei [1]. În mijlocul depresiunii se întinde un jgheab îngust, cu pereții abrupți, avînd în unele părți o lățime de numai 2—3 mile. În ziua a cincea a lucrărilor sonda-ecou a navei *Viteaz* a înregistrat o adîncime de 10 816 metri. Această adîncime poate fi considerată drept *a doua adîncime* a oceanului mondial, fiind întrecută numai de adîncimea de 11 034 m, descoperită tot de nava *Viteaz,* în depresiunea Marianelor.

Cu acest prilej, însă, s-a dovedit în mod cît se poate de cert (ca de altfel în cazul altor depresiuni cercetate ulterior), că depresiunea Tonga este bine spălată în lungul ei de curenții de mare adîncime. Din această cauză, dacă deșeurile radioactive ar fi aruncate în depresiune, ele ar infecta apa oceanului, primejduind viața locuitori-

[1] Depresiunea se întinde de la nord la sud. La vest de ea se află lanțul insulelor Tonga (cam pe latitudinea de 25 grade S și longitudinea de 180 grade V, iar spre est adîncimea scade, revenind la nivelul fundului obișnuit.

lor insulelor învecinate. Așadar, depresiunile abisale nu pot fi folosite drept cimitir de deșeuri radioactive.

În cursul lunii ianuarie 1958 nava *Viteaz* a cercetat și groapa depresiunii Kermadek, descoperită în 1793 de amiralul francez d'Entrecasteaux și care se află la sud de insulele Tonga. Aici s-a găsit adîncimea de 10 002 m ; groapa este mai adîncă cu 4 000—5 000 m decît fundul oceanului din jur, fiind deschisă la ambele capete și, ca și groapa Tonga, bine spălată de curenții abisali. În groapa depresiunii a fost coborîtă și o dragă, care a adus la suprafață, printre alte animale abisale, și multe pogonofore.

Cercetări recent efectuate au arătat că relieful fundului oceanic prezintă următoarele trăsături caracteristice :

În Oceanul Atlantic există un imens lanț submarin, serpentiform care se întinde în partea sa centrală, din Islanda pînă la 43 grade lat. S. În regiunea de nord a acestui ocean, se încadrează Islanda, cu vulcanii ei, situați de-a lungul crăpăturilor tectonice (cel mai mare, Hekla, cu înălțimea de 1 447 m, a erupt ultima dată în anul 1947). Lanțul muntos se înalță simțitor spre sud ; în emisfera boreală predomină adîncimi de 3 000 — 3 500 m, iar în emisfera australă (oceanică) de numai 2 000 — 2 500 m. În unele locuri, vîrfurile lanțului muntos se ivesc la suprafața apei (Insulele Azore, St. Paul, Ascension, Sf. Elena). În prelungirea lanțului Atlantic se află așa-numitul prag [1] africano-antarctic (cu insula Bouvet). Pe lanțul submarin și pe anticlinalele legate de acesta se află vulcanii activi și stinși din insulele amintite.

Spre vest și est, lanțul submarin este însoțit de depresiuni adînci și largi, cu contururi ovale sau neregulate, despărțite între ele prin praguri nu prea înalte : la vest se află depresiunile nord-americană, braziliană și argentiniană, iar la est depresiunea nord-africană, cea a Angolei și depresiunea Capului. Între acestea două din urmă, de la țărmul Africii (la 20 grade lat. S) spre extremitatea

[1] Spre deosebire de „lanț“, care este o înălțime lungă și îngustă avînd povîrnișuri foarte înclinate „pragul“ este o înălțime lungă și lată, cu pante ușor înclinate. Un prag cu o culme foarte lată formează un platou.

de sud a lanțului Atlantic, se întinde lanțul submarin Balleny. Între depresiunea braziliană și cea argentiniană se află platoul submarin Rio Grande, iar în regiunea unde se unesc cele două lanțuri muntoase, se află insulele vulcanice Tristan de Cunha.

În partea de vest a Oceanului Atlantic, vulcanii sînt izolați în zonele de fractură, care cuprind Marea Mexicană și Marea Caraibilor (vulcanul Mont Pelée din insula Martinica, insulele Antilele Mici etc.). Numeroși vulcani se află și la est de lanțul Atlantic, cum sînt cei din insulele Madera și Canare.

În Oceanul Indian. De la extremitatea sudică a Indiei și pînă la aproximativ 40 grade lat. S se întinde lanțul submarin numit lanțul central indian. De la acesta, din regiunea arhipelagului Chagos spre Capul Guardafui se desparte o ramură muntoasă, denumită lanțul arabo-indian. Mult mai spre sud de insulele vulcanice Amsterdam și St. Paul se îndreaptă lanțul submarin Kerguélen-Gausberg, pe direcția insulelor vulcanice cu același nume (Kerguélen).

În Oceanul Pacific. În afară de gropile abisale caracteristice și de înălțimile slab înclinate dintre ele, fundul Oceanului Pacific mai prezintă și alte importante neregularități. Dintre acestea mai reprezentative sînt platoul Albatros, din apropierea Americii Centrale și cîteva lanțuri submarine : lanțul Havaï — de peste 3 500 km ; lanțul Fanning, orientat pe direcția Insulelor Linné (Sporadele Centrale ale Polineziei) ; un lanț paralel cu precedentul, pe direcția insulelor Marshall și Gilbert ; lanțul Pacificului, la nord de Marea Ross.

În jurul adîncimilor mari se găsesc munți avînd culmi plate, care se ridică pînă la 500 — 1 000 m sub nivelul mării. Astfel de munți sînt întîlniți între insulele Havaï și insulele Mariane.

În 1957 nava *Viteaz* a descoperit în Pacific, cu sondaecou, un munte submarin în punctul 13°30′ lat. N și 180° long. E. El este înalt de 4 900 m iar vîrful lui e coborît cu 850 m sub nivelul mării.

Regiunea din Asia cu vulcanismul cel mai intens este legată de zona de fracturi, care cuprinde mările arhipe-

lagului australo-asiatic, precum și ghirlandele de insule din estul Asiei — mărginite de gropile abisale ale Oceanului Pacific. Aici se află ramura de vest a celebrului „inel de foc" al Pacificului, continuat în spre sud cu insulele vulcanice Solomon, insulele Noile Hebride, Samoa, Tonga etc. Ramura de est a inelului de foc, care începe cu insulele Aleutine, unde se găsesc cca 50 de vulcani, influențează vulcanismul din America.

În ultimul timp, oceanografii atribuie o mare importanță influențelor vulcanice și seismice în ce privește formarea fundurilor submarine. Este de observat că văile submarine care brăzdează platoul continental sînt posterioare formațiunii acestui platou și deci sînt recente, pe cînd gropile abisale sînt mult mai vechi și apar ca un produs al tectonicii. Există însă și unele de dată mai recentă, produse de fenomene vulcanice sau seismice.

În Oceanul Arctic se distinge lanțul submarin Lomonosov, un masiv muntos lung de cca 1 800 km, cu versanți foarte abrupți, cu înălțimi de 2 500 — 3 000 m deasupra fundului, care se întinde de la insulele Noua Siberie, prin Polul Nord, pînă în apropierea Groenlandei (spre Țara lui Ellemere).

Partea centrală a oceanului este împărțită în trei depresiuni adînci : cea mai vastă și mai adîncă (5 220 m) este situată între lanțul Lomonosov și taluzul continental al Mării Barenț și Marea Kara ; a doua (4 000 m) de cealaltă parte a lanțului Lomonosov, în apropiere de Polul Nord ; cea de a treia (3 820 m), le nord de Marea Ciukotka și de Marea Beaufort. Pe fundul oceanului mai sînt și alte lanțuri muntoase. Ele se întind de la Marea Ciukotka pînă la nord de Marea Groenlandei (toate se întretaie cu direcția lanțului Lomonosov).

În partea centrală a bazinului polar există o zonă largă de mică adîncime, presărată cu insule și cu arhipelaguri.

Pragul submarin Nansen (între Spitzbergen și partea de nord-est a Groenlandei) desparte partea centrală a oceanului Arctic de depresiunea Mării Norvegiei și de aceea a Mării Groenlandei care, la rîndul lor, sînt separate de Atlanticul de nord, prin pragurile Föröer-Islanda și Groenlanda-Islanda.

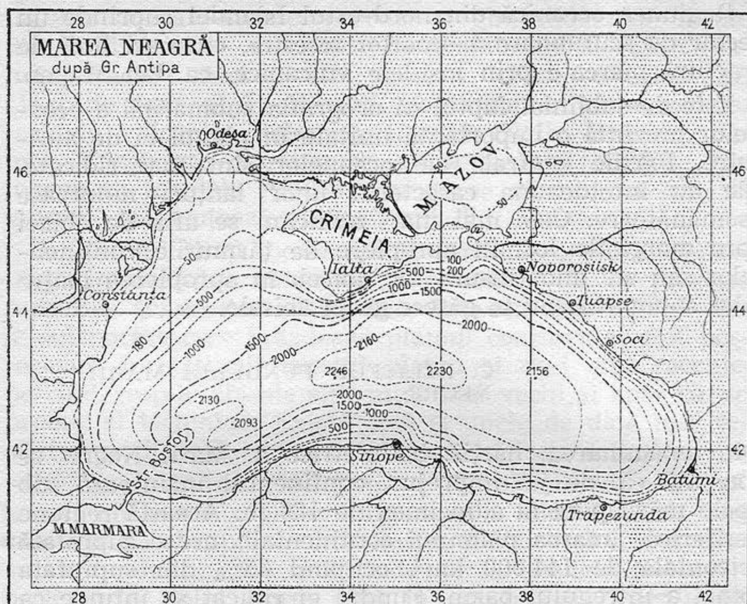
Regiunea oceanică din nord-estul Islandei cuprinde un sector de scufundare a scoarţei terestre, cu mari linii de fractură marcate prin insulele vulcanice, ca Jan Mayen.

Este de subliniat faptul că orografia submarină a oceanelor prezintă o importantă unitate în planul ei de alcătuire. Părţile centrale ale oceanelor sînt mai ridicate. Ele au întotdeauna caracterul unor lanţuri muntoase asemănătoare. Cele mai mari adîncimi se află de obicei spre marginile lor, în apropiere de ţărmurile continentelor sau ale unor insule. De obicei, în apropierea lanţurilor submarine nu se găsesc gropi abisale.

C. RELIEFUL FUNDULUI MĂRII NEGRE

Din examinarea hărţii batimetrice a Mării Negre se constată că, de jur-împrejur, continentul înaintează sub apele mării pînă la adîncimea de 180 m. Această regiune periferică, „marea platoului continental", are o suprafaţă orizontală de 144 000 km^2, ocupînd 35$^0/_0$ din suprafaţa totală a întregului bazin. Fundul ei ridicat se întinde ca o terasă puţin înclinată peste zona litorală şi cuprinde toată marea puţin adîncă. Din punct de vedere bionomic şi biologic, limita inferioară a platoului continental (pînă la 180 m adîncime) corespunde cu limita vieţii din această mare şi prezintă oscilaţii foarte mari în diferite regiuni ale mării. Astfel, izobata de 180 m este foarte apropiată de ţărm în partea de nord-est, la sud şi la sud-est şi foarte îndepărtată — depăşind chiar 160 km — în partea de nord-vest, pe linia dintre Sevastopol şi Burgas, unde formează un bazin puţin adînc, cu o suprafaţă de cca 4 ori mai mare ca a Mării Azov.

În dreptul litoralului românesc, înclinarea este foarte lentă şi izobata de 180 m se depărtează pînă la aproape 200 km. De la Burgas pînă la Benderegli (pe ţărmul Anatoliei), precum şi în faţa strîmtorii Kerci (între Novorossiisk şi Capul Maganom), platoul continental are o întindere mai mare. În schimb de-a lungul ţărmurilor Caucazului, Georgiei, Armeniei şi Anatoliei (pînă aproape de Bosfor) platoul este foarte îngust.

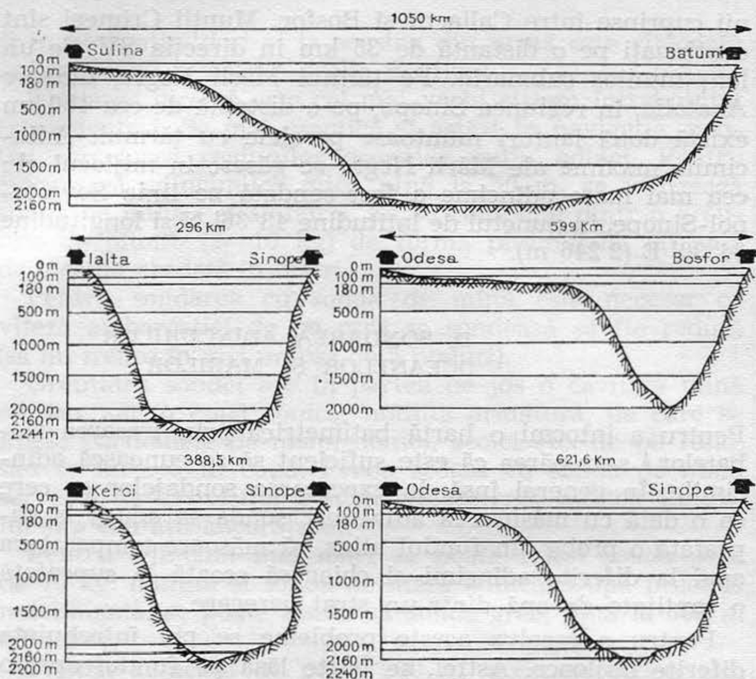


Harta batimetrică a Mării Negre

De la izobata de 180 m în jos, de la limita platoului continental, începe taluzul sau panta continentală, cu o înclinație foarte mare, care în unele locuri ajunge pînă la 8—12 grade. Numai începînd de la 1 800 m taluzul continuă mai lent, racordîndu-se la albia propriu-zisă a mării.

După datele prezentate de dr. Gr. Antipa, în lucrarea sa „Marea Neagră", rezultă că suprafața mării, de la izobata de 180 m în jos ocupă 65% din suprafața totală a bazinului. Calculîndu-se suprafața dintre izobatele de 180 m și 900 m, unde înclinația taluzului este maximă, s-a găsit că aceasta ocupă doar 9% din suprafața totală a mării.

Pînă nu de mult se cunoșteau doar puține date batimetrice cu privire la Marea Neagră ; pentru adîncimi de peste 100 m s-au efectuat numai 2 000 de sondaje, iar



Profiluri transversale în Marea Neagră

pentru adîncimi de peste 500 m — doar 1 000 sondaje. În general, se poate spune că, raportat la întreaga suprafață a mării, exista un sondaj la 300 km^2.

În ultimele trei decenii, Institutul de oceanografie al U.R.S.S., prin filiala sa de la Ghelendgic (Caucaz), a efectuat numeroase cercetării batimetrice, utilizînd ecosonda cu înregistrare automată. În felul acesta s-au înregistrat cele mai variate profiluri (peste 20 000 km relief de fund) corespunzînd la cca 2,5 milioane de sondaje.

Cu acest prilej s-a dovedit că nu există o legătură tectonică submarină între Anatolia și Crimeea, infirmîndu-se deci ipoteza legăturii tectonice tîrzii dintre munții acestora. Taluzul platoului continental este aproape pretutindeni abrupt, cu excepția colțului de NV și a regiu-

nii cuprinse între Caliacra și Bosfor. Munții Crimeei sînt continuați pe o distanță de 35 km în direcția SV, de un lanț muntos submarin. Pe țărmul Mării Negre, dinspre Anatolia, în regiunea Sinope, pe o distanță de cca 150 km există două lanțuri muntoase paralele cu țărmul. Adîncimile maxime ale Mării Negre se găsesc în mijlocul ei ; cea mai mare adîncime a fost sondată pe linia Sevastopol-Sinope, în punctul de latitudine 43°36' N și longitudine 34°30' E (2 246 m).

D. SONDAREA ADÎNCURILOR OCEANELOR ȘI MĂRILOR

Pentru a întocmi o hartă batimetrică prin trasarea izobatelor[1] s-ar părea că este suficient să se cunoască adîncimile. În general însă, la executarea sondajelor se cere ca o dată cu măsurarea adîncimii, sonda să aducă la suprafață o probă din fundul atins, să măsoare temperatura apei la diferite adîncimi și chiar să scoată la suprafață o cantitate de apă dintr-un strat oarecare.

Pentru a rezolva aceste probleme se pot întrebuința diferite mijloace. Astfel, se poate lăsa pe fundul apei o greutate suspendată de un fir a cărui lungime desfășurată va măsura adîncimea atinsă de greutate ; concomitent, se aduc la suprafață o probă de fund și o cantitate de apă luată dintr-un anumit strat. În acest fel se efectuează *sondarea directă* cu sonda cu saulă[2].

Adîncimea se mai poate determina însă, în mod indirect, măsurînd presiunea apei. Pentru aflarea adîncimii se mai poate folosi procedeul sondării fără saulă, prin sunet, măsurîndu-se timpul de la emiterea sunetului și pînă la recepționarea lui, după reflexia sa pe fund.

Este de subliniat că numai sondarea cu saulă poate să satisfacă în întregime cerințele oceanografiei ; sondarea fără saulă se poate folosi destul de bine în hidrografie

[1] Curbe de aceeași adîncime.
[2] Saula este un termen marinăresc prin care se indică o frînghie groasă de 1,5—3,5 cm sau un cablu subțire de oțel.

și în navigație, deși și la acestea din urmă este cîteodată indispensabil a obține probe de fund.

Sondarea directă este cel mai vechi sistem întrebuințat la navigatori. Se mai practică și astăzi în navigație, pentru cercetarea regiunilor oceanice puțin adînci. Pentru măsurarea adîncimilor mici, pînă la 50 m, se utilizează sonda de mînă („plumbul"). Ea se compune dintr-o greutate de plumb (2—10 kg) de formă piramidală, atîrnată de o saulă gradată în metri.

Pentru sondarea cu sonda de mînă este necesar ca viteza ambarcației de pe care se sondează să fie redusă (să nu treacă în nici un caz de 5 noduri).

Greutatea sondei are în partea de jos o cavitate plină cu seu, sau o cupă conică, numită armătură, de care se lipesc particulele de nisip, nămol, scoici etc. de pe fund, sau se încarcă în cupă. Proba scoasă cu sonda de mînă servește navigatorului pentru cunoașterea naturii fundului și a calității ancorajului.

Pentru adîncimi mai mari se poate folosi *sonda grea* de 10 kg, numită și sondă de mare adîncă. După practică îndelungată, se poate sonda cu sonda grea, pînă la 300 m adîncime.

Pentru adîncimi de peste 200 m acest procedeu este greu de aplicat, deoarece cu sonda de mînă nu se poate stabili exact momentul în care greutatea a atins fundul. La sondele mecanice automate se folosește cîteodată un indicator care marchează momentul atingerii fundului de către greutatea sondei.

Cînd sonda este aruncată în mare, atunci viteza sa de cădere descrește mai repede, pentru că se mai adaugă la rezistența ei și frecarea exercitată de apă pe suprafața laterală a saulei și care merge crescînd cu lungimea acesteia. Pentru ca saula să aibă rezistență cît mai mică la frecare și la acțiunea curenților de adîncime și să poată suporta o greutate cît mai mare, se întrebuințează la sondarea adîncimilor mari fir de oțel de un milimetru diametru. Acesta poate suporta o încărcătură la rupere de 110 kg [1].

[1] Șase kilometri din acest fir cîntăresc în apă 33 kg și 600 g; aceasta este supragreutatea care se adaugă la greutatea sondei cînd se atinge adîncimea de 6 000 m.

Pentru aparatele automate de sondat se întrebuințează cablu subțire de 2,6 mm diametru, format din 3 șuvițe de oțel galvanizat și care prezintă o rezistență de 250 kg la rupere. Încărcat cu o greutate de 60 kg, un astfel de fir coboară în apă cu o viteză de peste 2 m pe secundă. Un sondaj executat în aceste condiții pînă la 10 000 m adîncime se poate efectua în cel puțin 4 ore. Iată pentru ce, practic vorbind, la marile adîncimi nu se pot face mai mult de două sondaje pe zi.

De multe ori pe firul sondei se adaugă diferite aparate pentru măsurarea temperaturii apei sau pentru a aduce la suprafață probe de apă de la diferite adîncimi. Se folosesc recipiente speciale numite *batometre* și mai cu seamă *batometre cu răsturnare*. Ele se coboară deschise în mare pînă la adîncimea cerută sau pînă ce greutatea atinge fundul apei, pentru ca termometrele de pe batometre să poată înregistra temperatura apei înconjurătoare. Apoi se lasă să alunece pe cablu o bilă de declanșare, care lovind batometrul superior face ca acesta să se răstoarne și să se închidă ermetic în timp ce o a doua bilă se desprinde și alunecă în jos pe cablu, declanșînd același mecanism de la cel de al doilea batometru ș.a.m.d. În fine, toate batometrele sînt ridicate sus, cînd se constată că termometrele indică temperatura apei *in situ* (la fața locului). Lichidul din batometre servește la efectuarea analizelor chimice ale apei oceanice, la determinarea conținutului său în oxigen, acid carbonic și în diferite săruri.

Cînd greutatea a atins fundul, aceasta aduce la suprafață o probă de sedimente.

Pentru sondajele de mari adîncimi, greutatea sondei atîrnată de saulă este astfel construită, după principiul lui I. M. Brooke, încît să se declanșeze și să rămînă pe fund pentru a ușura saula la ridicarea la suprafață a aparatelor atîrnate de ea.

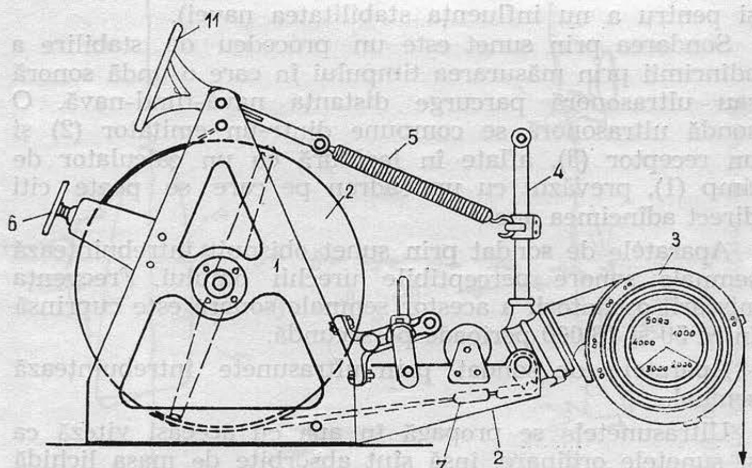
Pentru ca proba din sedimentele fundului mării să fie mai abundentă și să servească la cercetarea proprietăților fizice și chimice ale acestui sol se întrebuințează tuburi metalice grele, numite *carotiere*, despre care am mai amintit.

Tuburile sînt coborîte în apă cu mare viteză și cînd ajung la fund se înfig în mîl și extrag din el o probă. Ridicate pe puntea navei, carotele de sol sînt scoase cu presa hidraulică. În probele de sedimente din aceste carote, se dezvăluie istoria oceanului pe perioade de multe milioane de ani. Din cercetările acestor carote s-a dedus că în largul Oceanului Pacific se depune în o mie de ani circa un centimetru de sedimente.

Nu departe de vulcanul Vezuviu s-au ridicat carote de mîl submarin, din care s-a dedus data sedimentelor de cenușă vulcanică în raport cu erupțiile vulcanului și s-a regăsit cenușa provenită de la erupția care a provocat distrugerea localităților Pompei și Herculanum în anul 79 e.n.

Cele mai însemnate progrese în oceanografie au fost aduse prin perfecționarea sondei cu greutate pierdută și a tubului sondă, care pătrunde adînc în sedimentele submarine.

Sondajele la mari adîncimi se fac cu ajutorul unor mașini speciale de sondaj, cu funcționare automată. O



Mașină de sondat

1—fălci; *2*—tambur; *3*—derulator; *4*—pîrghii; *5*—arcuri; *6*—șurub de acționare a frînei auxiliare; *7*—frînă; *11*—manivelă

asemenea mașină se compune din două fălcele de fontă (1), între care se învîrtește un tambur (2) pe care se înfășoară 8 000—10 000 m cablu (2 mm grosime). Cu ajutorul unui contor se determină numărul de rotații ale unui derulator (3) peste care trece cablul sondei. Două arcuri elicoidale (5) leagă derulatorul cu partea superioară a fălcelelor ; tensiunea lor poate fi reglată cu ajutorul unei manivele (11). Cînd greutatea sondei atinge fundul, arcurile trag derulatorul spre tambur și prin intermediul unei pîrghii (4) strîng frîna (7) și blochează tamburul. O mică frînă auxiliară acționată de un șurub (6) permite oprirea mașinii în orice moment.

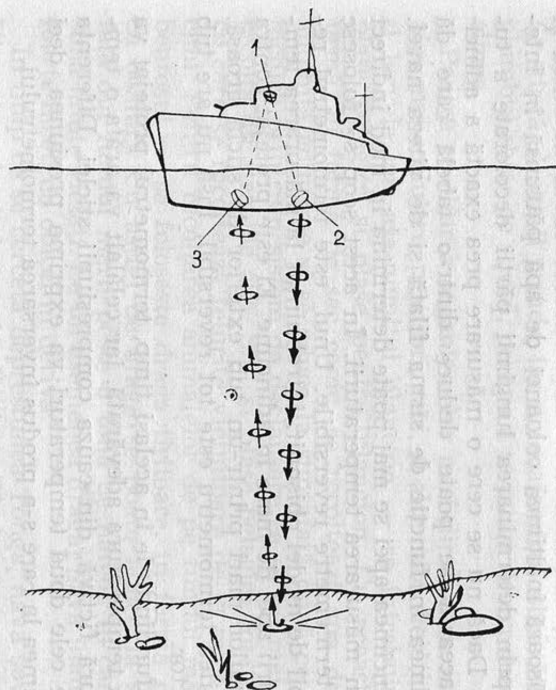
O navă oceanografică, pe lîngă mașina de sondat, mai este prevăzută și cu diferite troliuri electrice, de la vinciul mic și ușor pentru scufundarea unor aparate mai puțin voluminoase (batometre, plase de colectat planctonul), pînă la troliuri grele destinate dragajului la mari adîncimi și ancorării în largul mării. Aceste troliuri sînt fixate pe punte, pe cînd tamburele cablului pînă la 14 km sînt fixate în cala navei (din cauza marilor greutăți și pentru a nu influența stabilitatea navei).

Sondarea prin sunet este un procedeu de stabilire a adîncimii prin măsurarea timpului în care o undă sonoră sau ultrasonoră parcurge distanța navă-fund-navă. O sondă ultrasonoră se compune dintr-un emițător (2) și un receptor (3), aflate în legătură cu un calculator de timp (1), prevăzut cu un cadran pe care se poate citi direct adîncimea apei.

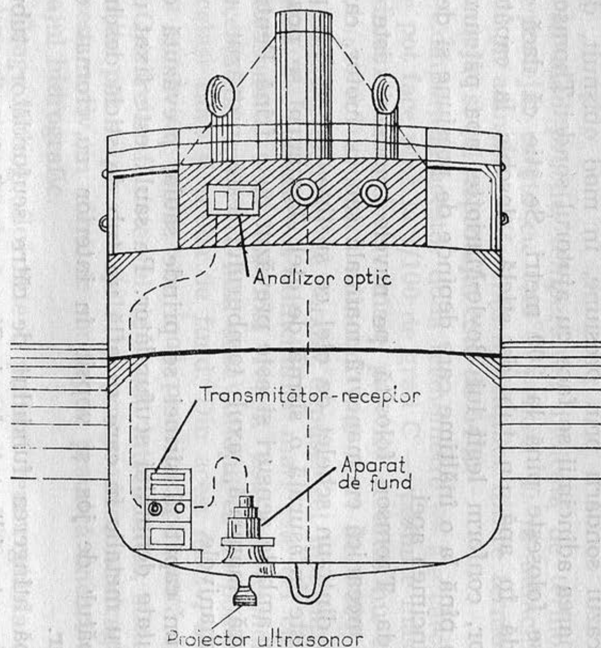
Aparatele de sondat prin sunet obișnuit întrebuințează semnale sonore perceptibile urechii omului. Frecvența mișcării oscilatorii a acestor semnale sonore este cuprinsă între 50 și 18 000 perioade pe secundă.

Aparatele de sondat prin ultrasunete întrebuințează semnale.

Ultrasunetele se propagă în apă cu aceeași viteză ca și sunetele ordinare, însă sînt absorbite de masa lichidă mult mai repede decît sunetele obișnuite (sondele ultrasonore sînt calculate pentru o viteză a sunetului de 1 500 metri pe secundă).



Principiul undei ultrasonore
1—calculator de timp; *2*—emițător; *3*—receptor



Dispoziția organelor sondei ultrasonore la bordul unei nave

În cazul sondării prin presiune, în mod obișnuit, determinarea adîncimii se face cu ajutorul sondei Thomson, care se folosește pînă la 200 metri. Se știe că dacă se cufundă în apă un tub de sticlă deschis la capătul inferior, conform legii lui Boyle-Mariotte, apa pătrunde în tub pînă la o înălțime care depinde de presiune și deci de adîncimea apei.

Sonda Thomson folosită pe navele moderne este o sondă mecanică cu manevră manuală sau cu motor, care constă dintr-un schelet de oțel ce susține un tambur pe care este înfășurată o sîrmă de oțel. Tamburul se poate roti în ambele sensuri și este prevăzut cu o frînă. Pentru manevră manuală, axul tamburului este prevăzut cu două manivele.

La un capăt al sîrmei se prinde saula, prevăzută cu o greutate denumită scufundător. Pe saulă este fixat un cilindru metalic în care se află un tub de sticlă deschis la capătul de jos și vopsit în interior cu cromat de mercur.

După atingerea fundului de către scufundător, tubul metalic este ridicat la bord. Se scoate tubul de sticlă și se măsoară înălțimea coloanei de apă pătrunsă în interior, prin determinarea lungimii părții decolorate a tubului. Dacă nu se cere o măsurare prea exactă a adîncimii, aceasta se poate deduce dintr-o tabelă care dă adîncimea în funcție de sîrma filată și de viteza navei.

Adîncimea apei se mai poate determina în mod indirect și prin măsurarea temperaturii. În acest scop se folosesc două termometre reversibile. Unul este termometrul reversibil de model obișnuit, întrebuințat la măsurarea temperaturii apei de mare în adîncime. El este protejat contra presiunilor mari printr-un tub exterior de sticlă groasă. Al doilea termometru este tot reversibil, însă nu are tub protector.

Scufundîndu-le în același timp, termometrul protejat va indica temperatura adevărată, iar celălalt va arăta o temperatură fictivă, din cauza compresiunii sticlei. Diferența dintre cele două temperaturi va exprima presiunea, deci adîncimea la care s-a produs inversarea termometrului.

În mod practic, temperatura indicată de termometrul neprotejat crește cu 0,09°C pentru 10 m adîncime ; la 600 m adîncime, diferența indicațiilor dintre termometrul protejat și cel neprotejat este de 54°C.

Comparația acestor două termometre — ale căror citiri se pot face pînă la 1/100 de grad C — permite măsurarea adîncimii cu o foarte mare precizie (erorile nu trec de 0,4%—0,6% pentru adîncimi mai mari de 1 000 metri).

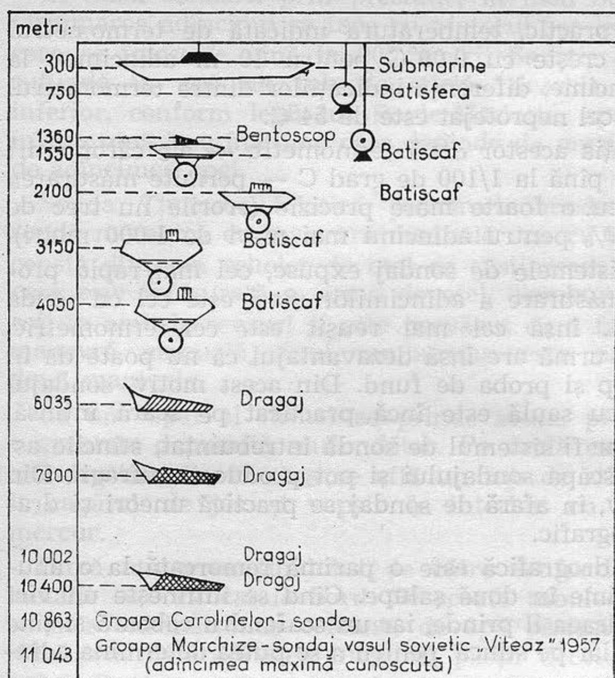
Dintre sistemele de sondaj expuse, cel mai rapid procedeu de măsurare a adîncimilor mari este cel cu sonda ultrasonoră, însă cel mai reușit este cel termometric. Acesta din urmă are însă dezavantajul că nu poate da în același timp și proba de fund. Din acest motiv, sondajul cu sonda cu saulă este încă practicat pe scară întinsă.

Oricare ar fi sistemul de sondă întrebuințat, stîncile ascuțite pot scăpa sondajului și pot produce naufragii. Din acest motiv, în afară de sondaj se practică uneori și dragajul hidrografic.

Draga hidrografică este o parîmă remorcată la o anumită adîncime în două șalupe. Cînd se întîlnește un vîrf de stîncă, draga îl prinde, iar un scafandru coboară și ține plumbul chiar pe stîncă, pentru a se putea determina adîncimea.

Pentru recoltarea organismelor mici din apa de mare — alge monocelulare, peștișori, raci, și alte mici vietăți, ouăle și larvele lor, așa-numitul plancton — se întrebuințează plase pelagice și plase pentru plancton. Cu aceasta din urmă, în formă de sac conic, se recoltează apa de la o anumită adîncime și se aduce la suprafață după ce a fost închisă printr-un sistem de declanșare ca să nu mai poată recolta alt strat de apă. Sînt și plase pelagice foarte mari cu care se recoltează felurite viețuitoare de la mari adîncimi. Pentru recoltarea animalelor de pe fundul mării — bentosul — se folosește draga tîrîtoare, în formă de sac cu ochiuri. Cu astfel de drage se poate aduce la suprafață din fundul mării peste o tonă de nămol, în care mișună multe vietăți. La un asemenea dragaj nava înaintează foarte încet, de obicei în derivă.

În timp ce se cerceta depresiunea Tonga, nava sovietică *Viteaz* a coborît la mari adîncimi diferite aparate pentru



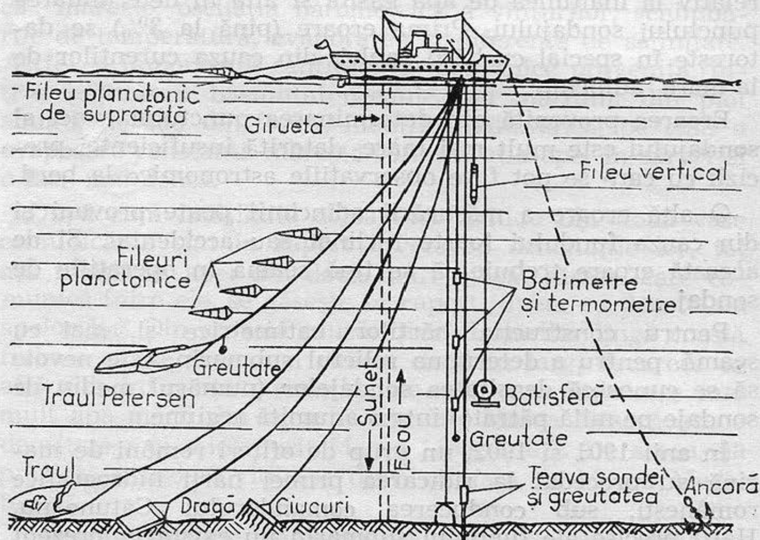
Adîncimile atinse de sondaje și mijloace de investigație submarine

măsurat salinitatea apei, temperatura și pentru a face dragajul fundului. A fost foarte greu să se coboare aparatele și dragele la adîncimi de peste 10 000 m, trebuind să se fileze cablu în lungime de 13—14 km. Aici a fost cel mai adînc dragaj oceanic efectuat cu succes dintre toate dragajele efectuate pînă atunci.

În anul 1956 s-au experimentat în Marea Azov — cu ocazia schimbului de experiență între hidrologii sovietici, bulgari și români — diferite aparate oceanografice și *apucătorul-sondă* de fund prezentat de dr. Mihail Băcescu. Cercetătorii aparatului l-au admirat și socotit drept cea mai bună realizare, care are avantajul, față de orice tip de sondă, de a ridica la suprafață orice probă de fund, fără nici o alterare sau strivire.

Hărţile marine sînt documente cartografice speciale, întocmite pentru navigaţia pe mare. O hartă marină serveşte navigatorilor ca să traseze pe ea drumul lor pe mare de la un punct de plecare pînă la punctul de sosire. Hărţile marine cuprind indicaţii asupra locurilor stîncoase şi bancurilor, trasează curbele de nivel pentru fundurile mari şi mici şi semnalează dacă fundul este de natură stîncoasă, nămoloasă sau nisipoasă. Pe hărţi mai sînt indicate farurile, semafoarele, balizele etc. Hărţile de marină sînt întocmite în proiecţia Mercator, care derivă din proiecţia cilindrică.

Sondajele se execută de regulă cu nava (cu sonde ultrasonore sau cu sonde Thomson), atunci cînd adîncimile sînt mari, sau cu barca (cu sonda de mînă), cînd adîncimile sînt mici (în apropierea coastei). Oricare ar fi procedeul ales, sondajele nu se execută niciodată izolat, ci



Diferite aparate şi dispozitive de sondare

pe serii, la distanțe egale, pe o „linie de sondaje" sau, eventual, pe un arc de cerc. În primul caz, nava (barca) execută sondarea urmînd un anumit aliniament (o direcție marcată prin două obstacole din teren sau prin două balize). Nava (barca) urmează aliniamentele, sondînd la distanțe egale. Unghiurile orizontale se înscriu, împreună cu adîncimea, într-un registru special, după care se trec pe hartă, stabilindu-se poziția fiecărui sondaj.

Cînd nava se găsește în larg, în afara vederii uscatului, determinarea punctelor de sondaj se face prin procedee astronomice sau, și mai bine, prin procedee electronice.

Astăzi și în hărțile marine s-a introdus procedeul trasării curbelor de nivel (curbe de egală adîncime : izobate) obținîndu-se hărți batimetrice.

Trecînd pe hărțile batimetrice adîncimile găsite în diverse puncte ale oceanelor și ale mărilor, s-a putut determina topografia fundului, calculîndu-se totodată adîncimile medii și volumul apei.

Orice sondaj comportă o eroare dublă, și anume : una relativ la înălțimea de apă găsită și alta în determinarea punctului sondajului. Prima eroare (pînă la 3%) se datorește în special curbării saulei, din cauza curenților de la mare adîncime.

Eroarea provenită din determinarea punctului exact al sondajului este mult mai mare, datorită insuficientei precizii cu care se pot face observațiile astronomice la bord.

O altă eroare a măsurării adîncimii poate proveni și din cauza fundului foarte înclinat sau accidentat. Și de această eroare trebuie să se țină seama în operațiile de sondaj.

Pentru construcția hărților batimetrice și, mai cu seamă, pentru a determina relieful submarin, este nevoie să se cunoască densitatea sondajelor (numărul mediu de sondaje pe milă pătrată) într-o anumită regiune.

În anii 1901 și 1902, un grup de ofițeri români de marină au procedat la ridicarea primei hărți hidrografice românești, sub conducerea comandorului Cătuneanu. Hărți precise ale fundului submarin nu există în prezent decît pentru 2% din suprafața totală a oceanelor.

F. NIVELUL MEDIU AL MĂRILOR

Toate sondajele efectuate sînt raportate la un nivel considerat invariabil : nivelul mediu al mării sau nivelul celei mai joase ape.

Aproape toate țările maritime întrebuințează ca nivel de reducere al sondelor nivelul celei mai joase dintre mareele joase (mareea joasă a sizigiilor).

Pentru reducerea sondelor la nivelul celei mai joase ape, trebuie cunoscută înălțimea apei deasupra acestui nivel în momentul sondajului, ceea ce necesită studiul complet al mareei în tot timpul sondajului (acolo unde există acest fenomen).

În mările fără maree, spre exemplu în Marea Neagră sau în Marea Baltică, nivelul mediu al mării servește și pentru raportarea pe hartă a sondajelor hidrografice.

Nivelul mediu general al apelor Pămîntului nu este fix, ci foarte variabil, sub influența multor fenomene naturale, ca : mareele, oscilația barometrică a vînturilor, schimbările de temperatură, evaporarea și diferența de salinitate. Astfel, o importantă cantitate de apă dulce provenită, într-o regiune a bazinului oceanic sau maritim, din ploi abundente sau din fluvii, modifică salinitatea, pe cînd o evaporare constantă mărește concentrația apei în săruri și o face mai densă.

După cum înălțimile coloanelor lichide din două vase comunicante sînt în raport invers cu densitățile lor, tot așa înălțimea apei din două mări inegal sărate, care comunică între ele, se găsește în raport invers cu densitatea apelor lor. Din această cauză, nivelul mărilor lîngă coastă trebuie să fie ceva mai ridicat decît în larg, deoarece se află sub influența cursurilor de apă care îndulcesc mai mult apa mării din această regiune. Marea Neagră are o densitate mai mică decît Marea Mediterană. De aceea, ea prezintă o ușoară ridicare de nivel față de Marea Mediterană.

Savantul sovietic Knipovici a evaluat creșterea nivelului Mării Negre datorită aportului mare de apă dulce al fluviilor ei, la 93 centimetri. Creșterea nivelului provoacă cu-

renţi marini în interiorul mării şi spre Bosfor, precum şi stratificarea apei.

Vîntul, la rîndul său, face să varieze nivelul mării, nu numai intensificînd evaporarea, dar mai cu seamă împingînd apa în lungul coastelor, cînd suflă de la larg şi scăzînd tot aici nivelul apei, cînd bate de la coastă spre larg.

Variaţiile presiunii atmosferice au o influenţă vizibilă asupra nivelului mării ; nivelul mării scade la presiuni înalte şi creşte la presiuni atmosferice joase. În regiunile oceanice cu maxime barometrice şi cu depresiuni aproape constante, nivelul poate fi influenţat pe întinderi considerabile.

O ridicare cu un milimetru a coloanei de mercur a barometrului produce o coborîre cu 13,6 milimetri a nivelului apei. Acest fenomen produce mişcarea ritmică a suprafeţei apei (seişe).

Modificarea nivelului mărilor se mai produce şi prin umplerea parţială a fundului lor cu sedimente provenite mai ales din distrugerea continentelor. Aceste depuneri pe fundul mărilor contribuie la ridicarea nivelului într-o proporţie foarte mică, deoarece sînt compensate de scăderea nivelului din diferite cauze. Spre exemplu mineralele feruginoase absorb apă.

Influenţa rotaţiei Pămîntului determină de asemenea inegalităţi locale în nivelul mărilor.

Cu toate aceste influenţe, se poate admite că nivelul mediu al mării variază destul de puţin, aşa că poate fi considerat constant în aplicaţiile practice.

Stabilirea nivelului mediu la coastele mării prezintă un mare interes ştiinţific, nu numai pentru a raporta la el cotele de înălţime şi de adîncime, ci şi pentru a servi ca punct fix în relevarea mişcărilor scoarţei Pămîntului.

Pentru a indica în mod practic poziţia nivelului mediu sau de referinţă, se întrebuinţează două sisteme de aparate : *maregraful totalizator* şi *medimaremetrul*. Ele se instalează în locuri ferite de valuri, de obicei în porturi, şi se pun în comunicaţie cu marea prin tuburi subţiri, prin care se comunică aparatelor orice fluctuaţie a nivelului apei.

VI

LITOLOGIA SUBMARINĂ

Litologia submarină (parte integrantă a oceanografiei) studiază constituția și compoziția sedimentelor [1] de pe fundul mării și întocmește hărți litologice. Spre deosebire de hărțile geologice, care reprezintă sinteza grafică a structurii rocilor unei regiuni, hărțile litologice se referă numai la suprafața fundului mării, pînă la o adîncime în sol accesibilă aparatelor de sondaj [2].

O dată cu recoltarea probelor de sedimente se determină și poziția geografică a punctului de priză. În laborator se face apoi analiza mecanică și chimică a probelor

[1] Sedimentele sînt depozite stratificate de materiale, formate din acumularea produselor rezultate de pe urma alterării (dezintegrării și descompunerii) scoarței globului, sub influența factorilor externi. La alcătuirea sedimentelor participă materiale provenite din patru surse distincte : aporturi detritice (epiclastice), organogene, de natură eruptivă (piroclastice și magmatogene) și cosmice (meteoritice). Rocile sedimentare reprezintă unități în care caracterul inițial al depozitului a fost fundamental modificat prin diverse procese sedimentologice (de ex. nisipul devine rocă în momentul cînd procesul de cimentare l-a transformat în gresie).

[2] Probele culese se usucă și se pun în saci sau sînt aduse în laboratoarele de pe vas chiar în tuburile în care au fost recoltate, pentru a fi analizate și studiate.

recoltate, se stabilește natura materialului, după care se înseamnă pe hartă punctele regiunii studiate, reprezentînd priza sau locul de recoltare a probelor. Fiecare punct este indicat pe hartă cu o culoare sau cu un semn convențional, după natura sedimentelor respective. Prin unirea punctelor de aceeași culoare sau a semnelor convenționale se obține o hartă litologică a unei porțiuni submarine, care are aspectul unei hărți geologice terestre.

În general, oceanograful nu întocmește hărți marine; el trece semnele convenționale pe hartă și colorează hărțile indicate de inginerii hidrografi, după cum geologii folosesc hărțile terestre topografice, pe care nu ei le întocmesc. Gradul de precizie a unei hărți litologice depinde de densitatea punctelor de priză, adică de numărul locurilor de recoltare a probelor de sedimente, raportate la o milă. De obicei se folosesc hărți batimetrice pe care se trec numai punctele litologice, obținîndu-se astfel o singură hartă, *batilitologică*.

Studiul litologic al fundului mării prezintă o mare importanță mai ales în apropierea litoralului și în special în vecinătatea țărmurilor joase sau la gurile fluviilor, unde pe timp de noapte, de ceață sau cînd nu se văd puncte pe uscat pentru luarea relevmentelor, singură sonda poate da indicații certe asupra poziției navei, deoarece cu ea se află în același timp și adîncimea și natura fundului apei. De aceea, toate hărțile marine cuprind atît adîncimile exacte ale fundului apei, cît și natura acestuia.

Interesul pentru problemele structurii geologice a fundului submarin a crescut, mai ales în ultimele decenii, din cauza practicării forajului în mare pentru extragerea petrolului. De aceea este explicabil folosul practic și științific pe care-l aduce orice colecție de sedimente marine pentru întocmirea hărților batilitologice.

Din lucrările efectuate în timpul Anului geofizic internațional (1957—1959) s-a publicat un raport asupra resurselor minerale care zac pe fundul mărilor. Petrolul submarin nu este singura bogăție pe care omul o poate extrage din ocean. Există pe fundul mărilor importante nodule de congregațiuni de mangan răspîndite pe întin-

deri de km^2, care cuprind fier, cupru, nichel, cobalt și alte minerale ce vor putea fi exploatate în viitor.

Fundul mărilor conține și numeroase obiecte istorice. Așa, în august 1964 s-a descoperit în Marea Mediterană, în apele franceze, un depozit de obiecte arheologice, avînd o vechime de circa 3 000 de ani, care conținea și 300 bare de aramă și bronz, 80 de topoare și 50 de brățări, toate foarte bine conservate [1].

Adesea, în sedimentele marine se găsește și pulbere cosmică, provenită din spațiile interplanetare, căzută sub formă de praf micrometeoritic a cărui mărime nu întrece diametrul de 0,2 mm.

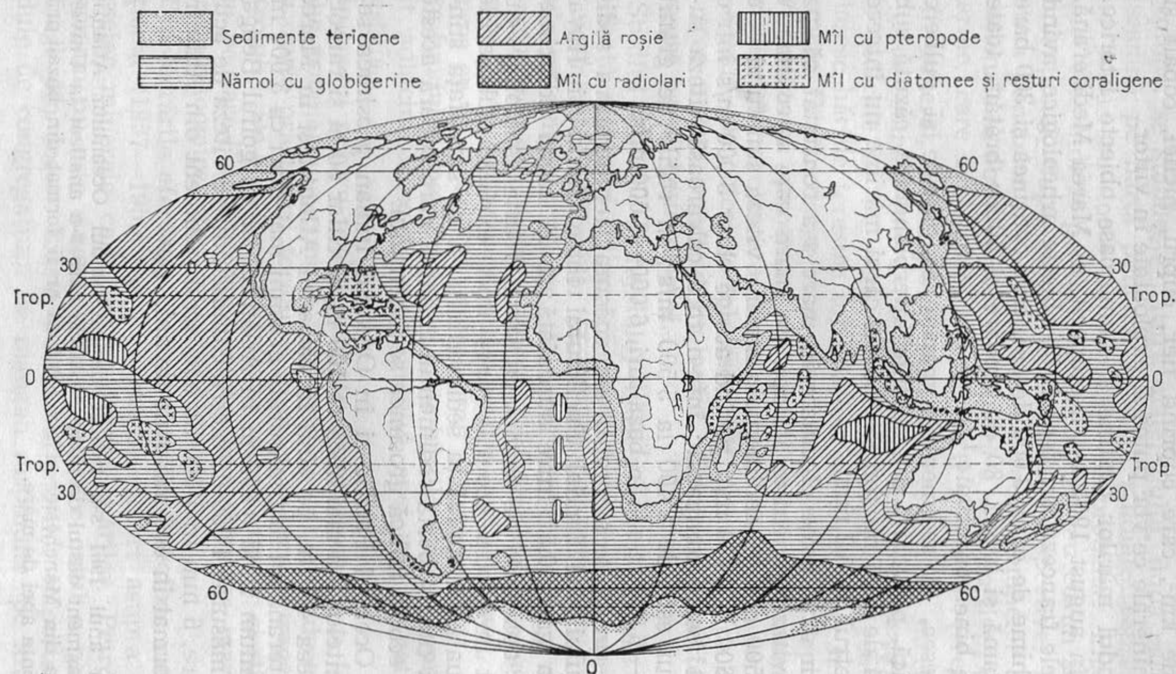
Prin experiențe efectuate în mare s-a constatat că, pe cînd viteza sunetului în apa de mare este aproximativ de 1 500 m/s, în sedimentele marine viteza sunetului este de 1 600 la 2 400 m/s, putînd atinge chiar 3 000 m/s într-o argilă foarte compactă ; într-o rocă calcaroasă viteza sunetului este de 2 400 la 5 500 m/s ; în rocile de granit 4 600—6 000 m/s și în bazalturi, 6 000—8 000 m/s.

Cu un geotermometru s-a măsurat temperatura sedimentului din fundul Pacificului între Tahiti și Havaï și s-a găsit 0,5° între suprafață și 11 metri adîncime.

Cu aparatele de sondat cu sunet foarte sensibile s-au putut înregistra ecourile unei mici explozii submarine efectuată pe suprafața sedimentului și pe suprafața stîncoasă care suportă sedimentul : timpul care separă aceste două ecouri indică grosimea sedimentului.

În Oceanul Pacific și în Oceanul Indian grosimea sedimentelor era mai mică ca 100 m, și chiar 50 m și rareori întrecea 400 m, pe cînd în Oceanul Atlantic și în Marea Mediterană au fost măsurate grosimi mai mari ca 3 000 m, maximum fiind 3 650 m în Atlantic, iar în golful Bengal s-au măsurat 4 000 de metri. Cunoscîndu-se viteza de acumulare, 6 mm în 1 000 de ani, acest sediment din Atlantic s-a format în 600 milioane de ani.

[1] În anul 1961 s-a ridicat de pe fundul Oceanului Atlantic un fragment destul de mare de sticlă care s-a analizat la Universitatea din Manchester și s-a găsit că ar fi format din bazalt prin influența apei de mare.



Repartizarea sedimentelor marine pe globul pămîntesc

Folosirea hărţilor batilitologice este de mare valoare pentru practica navigaţiei, precum şi pentru efectuarea pescuitului marin industrial în zonele platoului continental. Se ştie că migraţiile şi cantonările peştelui în anumite regiuni sînt în strînsă legătură şi cu natura litologică a fundului apei.

Astfel, sînt unele specii de peşti care îşi depun produsele sexuale pe funduri de nămol, altele — pe pietre sau în scobiturile stîncilor, multe din ele — pe nisip, pe bancuri de scoici şi, în fine, pe întinsele pajişti de vegetaţie. De aici rezultă importanţa pe care o prezintă hărţile litologice pentru flotele de pescuit.

SEDIMENTELE ŞI GENEZA LOR

În comparaţie cu uscatul, marea este în special o regiune de acumulare. Sedimentele sînt furnizate oceanului de continente, de atmosferă şi de organismele marine. Ele se compun din materiale smulse din continente, de ploi, sau rupte prin eroziune şi transportate în mare de cursurile de apă, din materiale roase din continente şi din insule prin eroziunea valurilor, din produse măcinate de ger şi transportate la distanţe mari de gheaţa costieră sau de munţii de gheaţă plutitori (aisberguri), din pulberea ridicată de pe pămînt de vînturi şi spulberată la mari depărtări (cum este cazul cu pulberea Saharei, transportată de vînt în Oceanul Atlantic), din erupţii vulcanice, din pulberea cosmică sau meteoritică provenită din spaţiul interplanetar şi căzută direct pe întinsele suprafeţe ale mărilor şi ale oceanelor şi, în fine, din resturile calcaroase sau silicoase ale organismelor animale şi vegetale.

Examinînd partea superioară a zonei litorale, se observă că aici încep întinsele „uzine" în care marea îşi prepară cea mai însemnată cantitate de sedimente şi le amestecă cu cele ale uscatului (minerale şi organice), distribuindu-le apoi pe fund la diferite distanţe şi adîncimi. De la stînca cu sfărîmăturile ei, pe care valurile mării le rostogoleşte necontenit şi le pulverizează pînă ajung să formeze cele mai fine nisipuri ; de la resturile de animale

și vegetale pe care marea le aruncă și le depune continuu pe mal sub forma unor cordoane litorale organice, pînă la detritusul fin de substanțe organice ce reprezintă rezultatul final al procesului de alterare ; de la aluviunile minerale încărcate cu resturi organice terestre, pe care le aduc fluviile și le depun în mare la gurile lor sub formă de bare și bancuri, pînă la suspensiile fine, coloidale, pe care apa tulbure le poartă la distanțe mari etc., totul se triază în partea superioară a zonei litorale și se amestecă (cu ajutorul forțelor naturii), după care materialul este purtat în suspensie de valurile mării și depus pe fund, mai aproape sau mai spre larg, în ordinea greutății lui specifice.

În general, sedimentele grele — bolovani, pietre, pietriș de diferite dimensiuni, nisip mai greu etc. — sînt depuse în apropierea țărmurilor, iar cele mai ușoare, ca : nămolurile de diferite grade de finețe, mîlul, resturile organice etc. sînt transportate la distanțe mai mari.

Din punct de vedere biologic, cu cît depărtarea de țărm este mai mică, cu atît suprafețele ocupate de diferite sedimente sînt mai reduse și mai variate ; cu cît crește distanța de țărm spre larg, cu atît aceste suprafețe devin mai întinse, pînă ce, în zona adîncimilor mari, fundul este aproape uniform. Mai spre adînc, fundurile de nisipuri curate sau de nisip cu scoici devin din ce în ce mai rare, pînă ce dispar cu totul, pentru a lăsa locul fundurilor cu nămol amestecat cu nisip, continuate cu fundurile mîlurilor curate, a căror suprafață uniformă este tot mai mare.

1. *Mecanismul sedimentării*

Materialul fragmentar și granular se sedimentează atunci cînd agentul de transport nu este îndeajuns de energic pentru a purta mai departe anumite particule. Granulele care se rostogolesc pe substrat se opresc, mai aproape sau mai departe, potrivit cu forma și cu greutatea lor. Particulele fine, transportate în suspensie, se depun, de asemenea, după mărimea, forma și greutatea lor specifică,

în funcție de densitatea și de turbulența apei. Particulele sferice cad la fund cu o viteză mai mare decît oricare alte particule.

Situația se schimbă pentru particulele coloidale. Depunerea sau precipitarea acestora are loc sub influența unor factori fizici și chimici bine determinați (schimbarea temperaturii, o acțiune catalitică, anularea sarcinii electrice a particulelor). [1]

Tot datorită acestui fenomen se depun în delte și în estuare argilele aduse de fluvii de pe continente. De asemenea, barele și bancurile de nisip de la vărsarea fluviilor în mare se datoresc aluviunilor venite în contact cu soluțiile electrolitice (sărurile) din mediul marin.

2. *Rolul organismelor în sedimentarea marină*

Organismele marine își dau contribuția la sedimentogeneză fie prin cochilii, fie prin substanța organică propriu-zisă. Scheletele pot fi de trei feluri : silicioase, carbonatate sau fosfatate. În mod excepțional apar alte substanțe minerale, cum sînt : sulfatul de stronțiu din unii radiolari, sau mari concentrări de florură de calciu provenite din dantura rechinilor.

Principalele organisme silicioase sînt radiolarii, spongierii, diatomeele și, în subsidiar, silicoflagelatele.

Radiolarii sînt organisme marine care trăiesc în toate părțile oceanului terestru și pătrund chiar în lagune. Preferă apele calde, motiv pentru care adeseori se găsesc în calcare (roci depuse în special în apele calde sărace în bioxid de carbon). Cel mai adînc sondaj de la care s-au scos radiolari a depășit 8 100 m. După observațiile oceano-

[1] Dacă într-o eprubetă cu o suspensie fină de argilă se toarnă apă distilată, iar în alta, o soluție de sulfat de cupru (SO_4Cu), și după agitare se lasă un timp în repaus, se constată că în timp ce în eprubeta cu apă curată, suspensia se menține vreme îndelungată, în cea cu piatră vînătă, argila se precipită rapid și apa se limpezește. Acest fapt se datorește anihilării sarcinilor electrolitice ale coloizilor argiloși de către soluția electrolitică ($CuSO_4$).

grafice se pare că radiolarii își extrag cu preferință silicea din materialul vulcanic din apele marine, provenit din erupțiile submarine. Radiolarii nu trăiesc în ape dulci și nici în Marea Neagră nu au fost întîlniți.

Dezvoltarea diatomeelor este legată de prezența suspensiilor argiloase și de cantitatea de fosfați și de azotați din apa mării. Diatomeele preferă mîlurile apelor reci polare. O mare cantitate de suspensii argiloase sînt aduse de ghețurile plutitoare și de apele de primăvară, bogate în azotați și în fosfați. De asemenea, s-a observat o legătură între unele erupții vulcanice și dezvoltarea diatomieelor[1] în coloanele stratigrafice. Pe de altă parte, curenții aerieni aduc de pe continente nori întregi de praf alcătuit din schelete (frustule) de diatomee, care se depun în apa mării. Marele naturalist Darwin povestește că se afla în largul Oceanului Atlantic, la circa 1 600 km distanță de coasta africană, cînd un vînt puternic a adus un astfel de nor, care a întunecat cerul și s-a depus pe bordul vasului, rănind ochii observatorilor. Praful era constituit în bună parte din diatomee continentale.

În ceea ce privește spongierii silicioși, aceste organisme sînt alcătuite dintr-o masă organică, în care se găsește un schelet constituit din spiculi de silice, singurii aflați în sedimente pînă la adîncimi foarte mari (în mîlurile cu radiolari). Ei extrag silicea necesară scheletului din suspensiile argiloase, ca și diatomeele.

Majoritatea grupelor mari de animale sînt reprezentanți ai organismelor calcaroase. Dintre plante, algele roșii (Florideele) au un rol primordial în construcțiile recifale. Ele fixează carbonatul de calciu în celula vegetală. Dintre animale, o mare importanță litologică prezintă organismele unicelulare, cum sînt foraminiferele. Mai bine de $^{1}/_{4}$ din suprafața fundului oceanelor este ocupată de mîluri cu foraminifere, cunoscute sub denumirea de mîluri cu globigerine.

Dintre organismele pluricelulare, în formațiile recifale se întîlnesc numeroase forme calcaroase. Astfel de asociații formează spongierii calcaroși, celenteratele (corali),

[1] Rocă alb-gălbuie, nisipoasă, fină, formată din valve silicioase de diatomee.

briozoarele (polipi), bivalvele, foraminiferele și chiar viermii tubicoli, care își introduc corpul moale în tuburi calcaroase protectoare.

Alte forme de fund aparțin echinodermelor, moluștelor (scoici, melci, amoniți), brachiopodelor și artropodelor (crustacei). Toate aceste organisme au o importanță mare atît în litogeneză, cît și în stratigrafie, multe forme fiind fosile.

Între formele de suprafață se găsesc, în primul rînd, foraminiferele și cîteva organisme superioare cum sînt gasteropodele din grupele pteropodelor și heteropodelor, care acoperă uneori fundul mărilor cu scheletele lor (mîluri cu pteropode).

În numeroase organisme calcaroase se găsește carbonat de magneziu. Calcarele recifale sînt cele mai bogate în magneziu; ele au dat naștere, în coloana stratigrafică, principalelor roci dolomitice.

Fosfatul de calciu, care alături de carbonatul de calciu, participă la alcătuirea scheletului organismelor (oasele, dinții vertebratelor, precum și părți ale unor crustacei și ale viermilor tubicoli), rezultă și din descompunerea materiilor organice în lipsă de oxigen și sub influența bacteriilor. Procentul de substanță organică a sedimentelor este cu atît mai ridicat cu cît granulația lor este mai fină. Nisipurile conțin de circa două ori mai puțină substanță organică decît mîlurile grosiere, iar acestea sînt mai sărace în materie organică decît argilele [1].

În apele izolate, materia organică se poate acumula însă în cantități foarte mari, astfel că în fiorduri ajunge pînă la 23%; în sedimentele sulfuroase de pe fundul Mării Negre există peste 30% substanță organică. Această cantitate descrește de la suprafața apei către zonele adînci, datorită alterării.

Și lumea bacteriilor participă la alcătuirea sedimentelor. În sedimente, cantitatea de bacterii prezentă în apele

[1] Cantitatea de materie organică din sedimentele marine normale variază între 0,5% și 10%. Depozitele litorale sînt, în general, mai bogate în substanță organică decît cele din largul oceanic, iar cele de pe taluzul continental conțin cele mai mari cantități de substanță organică (5,6%).

oceanice se poate ridica pînă la mai multe miliarde pe cm^3. Mult mai puţine bacterii se întîlnesc în apa marină. Butkevici, care a studiat această problemă, ajunge la concluzia că dezvoltarea bacteriilor este favorizată de întîlnirile curenţilor reci cu curenţi calzi. În mîluri, cantitatea de bacterii creşte de la suprafaţă spre adîncime, pînă la un anumit nivel, după care bacteriile se împuţinează şi dispar complet.

Reducerea sulfaţilor reprezintă efectul acţiunii bacteriilor anaerobe în prezenţa materiei organice bogate în carbon. Fundul Mării Negre, aşa numitul „mediu euxinic", este caracteristic acestui proces.

3. *Radioactivitatea mediului marin şi a sedimentelor*

După cum se ştie, hidrogenul obişnuit are în natură încă doi izotopi, H^2 (deuteriu) şi H^3 (tritiu).

Deuteriul se găseşte în apele obişnuite în proporţie de circa 1 : 5 500 molecule, în raport cu H. Datorită evaporării mai rapide a componentei uşoare, deuteriul se acumulează în apele din largul oceanic (care devin astfel mai dense) şi în gheţarii regiunilor alpine (în care raportul de mai sus este de 1 : 3 500). Din cauza evaporării, în apa mării se găseşte şi mai mult oxigen greu (O^{18}) decît în apele dulci. În atmosferă însă, O^{18} este mai abundent decît în apele marine şi se admite că provine din fotosinteza plantelor verzi. Este important de ştiut că depozitele silicioase marine fixează izotopii oxigenului în silicea scheletului în proporţie mai mare decît depozitele continentale. După acest criteriu se poate determina originea marină sau continentală a unui anumit sediment silicios. Organismele marine fixează în materia organică izotopii carbonului (C^{12} şi C^{13}) într-un raport diferit (scheletele carbonate conţin mai mult C^{13}).

S-a constatat că alcătuirea izotopică a sedimentelor este în funcţie de timp ; de aci, posibilitatea calculării vîrstei lor.

Apele marine conţin, în totalitatea lor, circa 20 000 tone radiu. În sedimentele marine, însă, conţinutul în radiu

este invers proporţional cu cantitatea de carbonat de calciu. Din cele trei elemente radioactive mai cunoscute (radiu, uraniu, toriu) organismele le fixează pe primele două cu precădere, compuşii toriului fiind foarte greu solubili.

Cele mai radioactive depozite marine sînt cele care conţin cantităţi mari de minerale grele, de tipul zirconiului (cu radioactivitate recunoscută), cele care fixează izotopul radioactiv al potasiului (K^{40}) în cantităţi mai ridicate, precum şi depozitele argilo-bituminoase, în care elementele radioactive sînt fixate atît prin procese de absorbţie, cît şi prin intermediul organismelor. La suprafaţa sedimentelor de pe fundul apei, radioactivitatea are valoarea maximă. Ea scade apoi treptat în masa sedimentelor, de la suprafaţă către zonele adînci.

4. *Sedimentarea în mediul marin*

Clasificarea sedimentelor marine actuale. Orice continent este mărginit de o zonă mai lată sau mai îngustă de sedimente, produse prin distrugerea uscatului, din care cauză asemenea sedimente se numesc *sedimente terigene*.

Există *depozite de sedimente terigene ale zonei litorale* (formate din blocuri de piatră, bolovani, pietriş şi mai ales din nisipuri), care se dispun de la ţărm înspre largul mării, pînă la o adîncime de 200 m, şi *depozite de nămoluri continentale* (albastre, cenuşii, roşii, verzi etc).

Sedimentele organice, formate din detritusuri de origine animală (scoici, melci, viermi, corali etc.) şi vegetală (alge) ocupă un loc important în depozitele litorale. Ele sînt numite uneori şi sedimente neritice [1] pentru a se deosebi de cele de origine terestră.

Sedimentele pelagice [2] sînt la rîndul lor de două categorii. *Organogene* (cînd provin din acumularea scheletelor calcaroase şi silicioase ale minusculelor organisme vege-

[1] *Nerites* (gr.) = scoici de mare ; neritic = de ţărm. Zona neritică se întinde de la ţărm pînă la taluzul continental.

[2] Pelagos (gr.) = ocean. *Sistemul pelagic* cuprinde *zona neritică* = platoul continental, *zona batială* = taluzul platoului continental şi *zona abisală* = fundul oceanului.

tale și animale : diatomee, pteropode, globigerine, radiolari) și *minerale* formate din argila roșie a fundurilor abisale.

În ceea ce privește mărimea particulelor componente ale sedimentelor detritice, ea este destul de variată. Iată datele prezentate în această privință de Institutul de oceanografie al U.R.S.S. :

blocuri	1 000 mm
bolovani mari	1 000 —500 mm
bolovani mijlocii	500 —250 mm
bolovani mici	250 —100 mm
fragmente mari	100 — 50 mm
fragmente mijlocii	50 — 25 mm
fragmente mici	25 — 10 mm
pietriș mare	10 — 5 mm
pietriș mijlociu	5 — 2,5 mm
pietriș mărunt	2,5 — 1,0 mm
nisip mare	1,0 — 0,5 mm
nisip mijlociu	0,5 — 0,25 mm
nisip fin	0,25— 0,10 mm
aleurit mare (particule pulverulente)	0,10— 0,05 mm
aleurit fin	0,05— 0,01 mm
pelit mare	0,01— 0,001 mm
pelit fin	0,001 mm

Separat de aceasta, este necesară și o clasificare, privind atît granulația și natura sedimentelor, cît și distribuirea lor zonală. Sînt utilizate mai ales două clasificări : una datorită colaborării dintre Murray și Renard (stabilită în urma expediției de pe nava *Challenger*) și a doua, prezentată de Thoulet. Ambele clasificări neglijează însă tocmai sedimentele de adîncime mică, principalele componente ale coloanelor stratigrafice din trecutul scoarței. Omul de știință sovietic Șvețov a completat această lipsă, prezentînd clasificarea unitară de mai jos.

Grupa	Depărtarea de țărm și adîncimea	Tipurile de sedimente stabilite de Murray, rectificate de Șvețov	Compoziția
I. Sedimente de mare puțin adîncă (neritice și litorale)	Depozitele litorale	I. Terigen (predominant categoric)	Blocuri, pietriș, nisipuri, mîluri, argile. Depozite calcaroase de scoici, recife și alte depozite organogene. Depozite chimice (calcaroase)
	Depozitele platoului continental		Pietriș mare-rar, pietriș mărunt, nisipuri, nămoluri, argile. Calcare de scoici și recife și alte depozite organogene Depozite chimice (calcaroase etc.)
II. Sedimente hemipelagice (terigene de adîncime sau batiale)	Depozitele taluzului continental și ale mărilor interne adînci	II. Predominant terigen 1. Nămolul albastru sau de culoare închisă 2. Nămolul glaciar 3. Nămolul vulcanic 4. Nămolul roșu 5. Nămolul și nisipul glauconitic (verde) 6. Nămolul și nisipul calcaros (inclusiv coralier și de foraminifere) 7. Diferite alte sedimente neseparate de Murray	Rare nisipuri fine, argile, nămoluri organogene (de organisme pelagige). Rare depozite chimice (sedimente calcaroase)

(continuare)

Grupa	Depărtarea de țărm și adîncimea	Tipurile de sedimente stabilite de Murray, rectificate de Șvețov	Compoziția
III. Sedimente pelagice (de adîncime, abisale sau eupelagice)	Depozitele adîncimilor oceanice	III. Predominant pelagic 1. Mîl cu globigerine 2. Mîl cu pteropode 3. Argilă roșie 4. Mîl cu radiolari de adîncime 5. Mîl cu diatomee	Argile, mîluri organogene (acumulări de organisme pelagice) Sendimente chimice problematice

5. *Sedimentele mediului litoral și neritic*

Sedimentele mediului litoral și neritic acoperă 28,8 mil. km^2 (8%) din suprafața oceanului planetar. Ele cuprind atît sedimentele terigene predominante în zona prelitorală, care rezultă din acțiunea abrazivă a valurilor asupra țărmului (blocuri, pietre, nisip) și a aporturilor fluviatile (suspensii de argilă), cît și sedimentele neritice (cochilii, recife, alge și alte depozite organogene), distribuite pe întreg cuprinsul platoului continental.

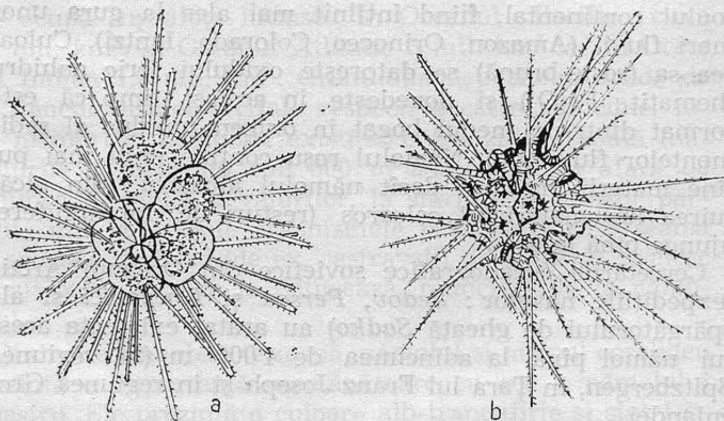
Spre larg, granulele sedimentelor scad uniform ca mărime : lîngă țărm se găsesc acumulări de sfărîmături și bolovani, mai departe pietriș și nisip grosier, iar și mai departe, nisip fin, care înspre largul mării este înlocuit treptat prin depozite tot mai fine, pînă la mîluri. O parte din particulele mîloase în suspensie sînt duse de curenți departe de țărm ; vînturile care suflă dinspre uscat duc în largul mării praful și cenușa vulcanică, iar pe fund se depune o parte din praful cosmic (meteoritic). Nisipul și substanțele minerale sînt purtate spre larg de ghețurile plutitoare.

Principala sursă de sedimente în porțiunile adînci ale mării sînt organismele inferioare care cad în permanență pe fund sub forma unei ploi mărunte.

Mediul batial acoperit cu sedimente ocupă 43,4 mil. km^2 (12%) din suprafaţa oceanului planetar. Majoritatea sedimentelor prezintă un caracter terigen, pămîntos, de nămol. Principalele tipuri de sedimente sînt :

— *Nămolul albastru*, cel mai răspîndit depozit hemipelagic, caracteristic zonelor de reducere, este întîlnit pe taluzul platoului continental, între 200 m şi 5 214 m. El are un ritm slab de depunere (circa 2 cm în 1 000 de ani). Culoarea sa provine din amestecul materiei organice cu sulfura de fier (hidrotroilit), din care cauză degajă un miros neplăcut, de hidrogen sulfurat. Conţinutul mîlului în carbonat de calciu este în medie de 12%. Resturile organice prezente provin din foraminifere, moluşte, echinoderme, crustacei.

O variantă a nămolului albastru este aşa-numitul nămol cu *coprolite*, descoperit la gura fluviului Congo (100 m) de expediţia vasului *Challenger*, şi spre ţărmul mării Caraibilor (214 m) de expediţia vasului *Valdivia*. Are o culoare închisă, brună-cenuşie, cu pete albe şi o



Organisme inferioare calcaroase (mărite de 30 de ori)



Mîl cu coprolite

consistenţă fin granulată. Acest nămol este compus în cea mai mare parte din dejecţii de organisme de fund (echinoderme), de forma unor corpusculi ovali (d = 0,04—0,08 mm) de culoare brună sau verzuie.

Nămolul roşu acoperă fundul oceanului pe o suprafaţă de cca 25 mil. km², atît pe platou, cît şi pe taluzul platoului continental, fiind întîlnit mai ales la gura unor mari fluvii (Amazon, Orinocco, Colorado, Ianţzî). Culoarea sa (roşie-brună) se datoreşte oxidului feric anhidru (hematit : Fe_2O_3) şi dovedeşte în acelaşi timp că este format dintr-un mediu bogat în oxigen (produs al sedimentelor fluviatile). Nămolul roşu conţine mult mai puţine materii organice decît nămolul albastru ; din alcătuirea lui materialul calcaros (resturi de foraminifere) ajunge pînă la 60%.

Cercetările oceanografice sovietice din Oceanul Arctic (expediţiile navelor : *Sedov, Perseu* şi *Knipovici* şi ale spărgătorului de gheaţă *Sadko*) au arătat existenţa acestui nămol pînă la adîncimea de 4 000 m (în regiunea Spitzbergen, în Ţara lui Franz Joseph şi în regiunea Groenlandei.

Nămolul şi nisipul verde ocupă circa 3 mil. km² din suprafaţa oceanului planetar fiind răspîndit în vecinătatea ţărmurilor abrupte (2 000 m). Se află şi în regiunea

platoului continental (între 50 și 100 m). Prezența lui furnizează indicii asupra discontinuităților de fund și asupra perioadelor de ridicare a fundurilor marine. Culoarea sa provine de la abundența granulelor de glauconit (argilă ce se formează numai în mediul marin).

Nămolurile și nisipurile verzi sînt alcătuite în cea mai mare parte din granule precipitate de glauconit. Ele mai conțin : $CaCO_3$ (32%), granule de cuarț și puține resturi de foraminifere.

Nămolul și nisipul vulcanic ocupă circa 2 mil. km² din suprafața Oceanului Planetar. Conține depuneri bogate în material piroclastic provenit din erupțiile vulcanice, în amestec cu mangan și detritusuri organice (foraminifere și pteropode) avînd o culoare cenușie închisă. Răspîndirea acestor sedimente este legată de vulcanismul din mediul oceanic. Expediția vasului *Nero* a dragat asemenea sedimente pe întreg traseul parcurs de la Guam la Iokohama, iar expediția vasului *Perseu* — în Marea Groenlandei, la est de insula Jan Mayen (la 443 m).

Nămolul și nisipul coraligen reprezintă tipul special de sedimente care înconjoară țărmurile și insulele de corali. Ele ocupă suprafețe întinse : în Oceanul Pacific circa 5,5 mil. km², în Oceanul Atlantic 3 mil. km² iar în Oceanul Indian 1,5 mil. km². Granulația depozitelor scade de pe flancul insulei recifale respective către adîncime, între nisipuri și nămoluri existînd o tranziție gradată (nămolurile se dezvoltă sub 600 m adîncime). În afară de acțiunea mecanică a valurilor, la sfărîmarea acestor particule mai contribuie organismele perforante și o seamă de animale de fund (de ex. castraveții de mare se hrănesc cu nisipuri, pe care le tritureaz̆ă, reducîndu-le la nămoluri).

Dintre sedimentele terigene, nămolul și nisipul coraligen prezintă o importanță asemănătoare cu cea a nămolului albastru. Ele prezintă o culoare alb-trandafirie și sînt formate din calcar amorf, cu sfărîmături de corali, cu foraminifere și unele resturi de organisme silicioase ; conținutul în $CaCO_3$ atinge 85%.

Nămolul calcaros are o culoare cenușie-deschisă brună. Rezultă din procese de alterare continentală sau din precipitarea calcarului în zonele de contact dintre apele oceanice calde și reci. În aceste nămoluri se găsesc din abundență resturi de schelete organice (foraminifere, moluște, radiolari, alge calcaroase). Este răspîndit pe taluzul continental din oceanele Pacific, Atlantic și Indian, precum și în Marea Mediterană și în Marea Roșie.

Depozite glaciaro-marine. Provin din topirea aisbergurilor desprinși de pe continentul Arctic sau Antarctic și care sînt purtați de curenți pînă la latitudini uneori destul de mici (40°). Asemenea depozite au fost întîlnite în emisfera australă la adîncimi de 315—3 670 m. Uneori, în alcătuirea acestor sedimente predomină mîluri fine, de culoare cenușiu-verzuie, rezultate din alterarea materialului continental („lapte glaciar", cum sînt cele găsite în Marea Ross).

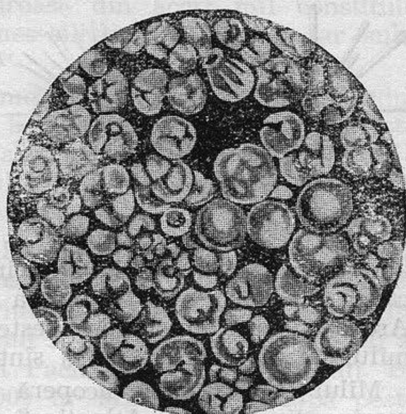
7. *Sedimentele mediului abisal*

Ocupă cca 288,8 mil. km^2 (80%$_0$ din suprafața oceanului planetar). La alcătuirea lor participă mai ales resturile organismelor planctonice, particule fine de natură terigenă (care n-au fost precipitate) și produse vulcanice și minerale de precipitare chimică, formate în masa sedimentului. Fracțiunea fină (pelitică) crește în raport invers cu cantitatea de $CaCO_3$ din mîl.

Mîlul cu globigerine [1] este cel mai răspîndit sediment eupelagic calcaros. El ocupă o suprafață de 128 mil. km^2 (35%$_0$) din suprafața oceanului planetar. Este alcătuit din resturi ale organismelor calcaroase (65%$_0$) și din substanțe anorganice (35%$_0$). Mîlul cu globigerine este alb-gălbui și se întîlnește pe fundul mărilor reci, acolo unde deasupra trec curenți calzi (de ex. între Islanda și Norvegia — după constatările expediției de pe nava sovietică *Sedov*). Mîlurile calcaroase cu globigerine dau creta naturală.

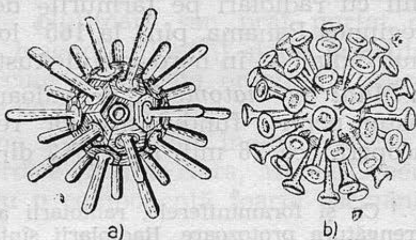
[1] Globigerinele sînt foraminifere aparținînd clasei rhizopode — încrengătura protozoare.

Mîl cu globigerine fără spiculi calcaroşi



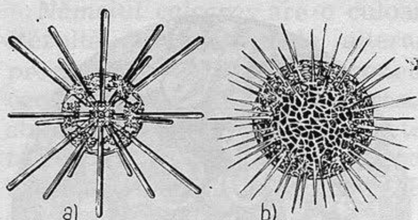
Resturile globigerinelor planctonice cad încet pe fund iar cochiliile lor suferă o dizolvare parţială. Acest fapt limitează depunerea mîlului cu globigerine la adîncimi de 4 500—6 000 m, deoarece, parcurgînd o distanţă mai mare decît aceasta, devine posibil să li se dizolve cochiliile pe drum. Mîlul cu globigerine se depune extrem de încet (1,2 cm în 1 000 de ani). El acoperă mai ales fundul Oceanului Atlantic, fundul părţii de vest a Oceanului Indian şi al părţii de est a Oceanului Pacific (la sud de ecuator).

Mîlul cu pteropode [1] este un sediment al mărilor calde. El ocupă o suprafaţă mică a fundului oceanic (cca. 1 mil.



Rhabdolite (puternic mărite)

[1]Moluşte pelagice de suprafaţă (de ex. *Limacina, Paraclis, Clio*). Formează o subdiviziune a moluştelor gasteropode cu picior necomplet. Pteropodele înoată cu faţa în sus.



Radiolari: *a*—xiphacanta; *b*—haliomma

km²) și se întîlnește la adîncimi de 700—3 500 m (din cauza dizolvării mai rapide a cochiliilor de pteropode). Are o culoare albicioasă și este mult mai granulos decît mîlul cu globigerine (80% sînt foraminifere calcaroase).

Mîlul cu pteropede acoperă principalele platouri submarine din Oceanul Atlantic (în regiunea insulelor Azore, Bermude, Antile, Canare). În Oceanul Pacific se află în estul Insulelor Fidji. În Oceanul Austral e întîlnit între insulele Kerguélen și Tristan da Cunha.

Mîlul cu radiolari [1], cel mai profund sediment eupelagic (4 300—8 200 m), acoperă o suprafață de 16 mil. km² (1,7% din suprafața oceanului planetar). La alcătuirea acestui mîl, pe lîngă radiolari, participă foraminifere, echinoderme, crustacei, diatomee și alte organisme calcaroase.

Radiolarii se dezvoltă exclusiv în regiunile tropicale ale Oceanului Indian și Pacific și mai ales în regiunile cu erupții submarine, unde aceste organisme își găsesc o sursă optimă de silice. În Oceanul Pacific se întîlnește mîl cu radiolari pe țărmurile de vest ale Americii (din regiunea Panama, pînă la 165° long. vestică), iar în Oceanul Indian — în nord-vestul Australiei.

Mîlul cu diatomee [2], de culoare galbenă, este caracteristic pentru fundul mărilor reci (1 100—5 700 m). El acoperă cca 28 mil. km² (8% din oceanul planetar). Res-

[1] Ca și foraminiferele, radiolarii aparțin clasei rhizopode, încrengătura protozoare. Radiolarii sînt rhizopode exclusiv marine, cu un schelet construit regulat, radiar și cu numeroși spiculi silicioși sau fără schelet (*Thalasicola, Sphaerazom*).

[2] Alge microscopice, de culoare brună, îmbrăcate în două căpăcele de silice, aparținînd diatomeelor.

turile organismelor calcaroase din acest mîl constituie 23%, resturile de diatomee-silicioase — 41%, iar substanțele organice — 36%.

Mîlul cu diatomee formează o bandă lată pe fundul din jurul Antarcticei. O bandă asemănătoare se găsește și în nordul Oceanului Pacific (de la insulele Honșiu — Japonia, de-a lungul insulelor Kurile, peninsulelor Kamciatka și Alaska, pînă la Vancouver).

Mîlul de argilă roșie. Fundurile oceanice cu adîncimi mari, unde scheletele calcaroase ale organismelor pelagice nu mai pot ajunge datorită dizolvării lor, sînt acoperite de o argilă roșie în Oceanul Atlantic (pînă la 7 500 m) și brun-deschisă în Oceanul Pacific (pînă la 9 439 m). La o adîncime medie de 5 000 m argila roșie ocupă peste 128 mil. km^2 (35% din suprafața oceanului planetar).

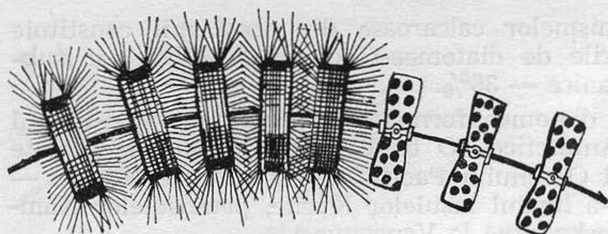
Granulometric, argila roșie se aseamănă cu nămolul albastru. Între mineralele argiloase ce o compun intră silicatul de aluminiu hidratat sau carolinitul și o cantitate ridicată de oxizi ferici, care o colorează în roșu. Culoarea închisă a sedimentului este dată de granulele de mangan.

În afară de materialul argilos pigmentat cu oxizi, în compoziția acestui sediment se găsește și material piroclastic rezultat din erupțiile submarine (sub formă de feldspați, augit, sticlă vulcanică și fragmente de piatră ponce), din care — prin alterare — rezultă oxizi de mangan și pelagonit.

În argila roșie uneori se mai găsește și material detritic adus de aisbergurile plutitoare sau praf purtat de vînturi, apoi sferule de magnetit (Fe_3O_4) și de bronzit [1], de origină cosmică, precum și diferite organisme calcaroase (foraminifere, oase de pești etc).

Cercetările expedițiilor sovietice au indicat existența pe fundurile mărilor nordice (Marea Kara, Marea Groenlandei) a unor mîluri cu o componență foarte asemănătoare argilei roșii abisale.

1 Mineral din grupa piroxenilor (silicat de magneziu, mai mult sau mai puțin feruginos).



Diatomee pelagică (mărită de 300 de ori)







Material cosmic din argilă roșie

a, b — granule de magnetit (Oceanul Pacific la 4 346 și 5 765 m adîncime); *c* — chondră meteoritică (Oceanul Pacific de la 6 400 m adîncime)

★

Rezultatele studiilor întreprinse în domeniul sedimentelor marine, a căror repartizare statistică a făcut și obiectul unor cunoscute tablouri de repartizare cum este cel dat de Murray și Renard, au permis tragerea unor concluzii cu privire la legea generală a distribuirii sedimentelor pe fundul oceanic.

În general se constată că în apropiere de țărm și în regiunea apelor de mică adîncime (platoul continental) predomină activitatea dinamică a valurilor asupra depozitelor de origine continentală, formate din fragmente din ce în ce mai mici, separate și depuse pe fund : în regiunea apelor pelagice se manifestă puternic acțiunea vînturilor și a organismelor minuscule de origine vegetală și animală care, în detrimentul elementelor dizolvate, creează la suprafață o mare masă de globisedimente. Globigerinele, după moarte, se mineralizează și cad la fund, unde se depun în straturi.

Clasificarea lui Murray și Renard

Sedimente terigene	20% din suprafața oceanică
Mîl cu globigerină	35% din suprafața oceanică
Mîl cu pteropede	0,3% din suprafața oceanică
Mîl cu diatomee	8% din suprafața oceanică
Mîl cu radiolari	1,7% din suprafața oceanică
Argilă roșie	35% din suprafața oceanică

Ca rezultat al eroziunii continentale, fluviile și rîurile transportă anual în oceane și în mări aproape 10 km^3 de substanțe în disoluție (aluviuni). Dacă se adaugă și materialele eroziunii marine, se găsește un total de 13 km^3, depozite sedimentate pe fundul oceanic. Dacă depozitele terigene s-ar răspîndi în mod uniform pe suprafața ocupată de ele (73 mil. km^2), cei 13 km^3 de material ar trebui să constituie anual un strat gros de cca 0,2 mm. Depunerile nefiind însă uniforme ci mai numeroase în apro-

pierea țărmului, s-a calculat că în această regiune ele ating 0,5 mm/an, adică 500 m într-un milion de ani.

Nu toate mările sînt însă supuse aceluiași regim de depunere a sedimentelor. În Oceanul Atlantic depunerile sînt de două ori mai pronunțate decît în Oceanul Pacific, cu toate că acesta din urmă are o suprafață mai mare.

Pe fundul Oceanului Indian cercetări recente (1965) au stabilit existența unor canale submarine săpate de fluvii gigantice de noroi, provenit din povîrnișul continental apropiat și depus de fluviile care se varsă în Golful Bengal. Canalele se ramifică mai departe pe fundul oceanului.

Cercetări seismice au stabilit că grosimea scoarței terestre pe fundul oceanului variază între 10 și 13 km. Se știe că scoarța terestră are grosimea minimă în partea cea mai adîncă a fundului oceanic. În Oceanul Pacific grosimea aceasta are în medie 6,31 km. Grosimea scoarței terestre crește repede sub catenele muntoase oceanice.

Regiunile de acumulare abisale sînt situate în sectoarele cele mai de jos și neaccidentate ale fundului bazinelor oceanice, în care se îngrămădesc sedimentele pe timp îndelungat. Ne putem da seama de acest lucru după grosimea mare a sedimentelor afînate care ating doi sau mai mulți km. Acestea constituie adevărate bazine oceanice de acumulare a sedimentelor.

Evaluările geologice asupra duratei epocilor glaciare în funcție de grosimea diferitelor sedimente, în medie, în adîncimile oceanice, au arătat că sedimentele se depun într-un strat de 1—2 cm în 1 000 ani (deci un strat gros de 2 metri se poate realiza în 100 000 de ani).

8. *Sedimentarea euxinică din Marea Neagră*

Între actualele bazine de sedimentare, Marea Neagră prezintă unele caractere cu totul deosebite. Aceasta se datorește faptului că pe fundul ei, sub 160 m adîncime (în unele regiuni mai sus, iar în altele sub 200 m), apele fiind lipsite de aerisire, se formează o zonă inferioară reducătoare, în care abundă hidrogenul sulfurat. De altfel, din acest motiv Marea Neagră se prezintă ca un biotop (mediu de viață) specific și ca un mediu unic de sedimentare.

lespede

piatră

bolovani

pietriș mare

pietriș mărunt

nisip mare

nisip mijlociu

nisip fin

nisip mîlos

mîl nisipos

mîl

mîl argilos

argilă

scoici

scoici sparte

alge

spongieri

corali

granule meteoritice

diatomee

izobate

limita răspîndirii sedimentelor

Semne convenționale pentru marcarea sedimentelor pe harta litologică

Sedimentele actuale din Marea Neagră [1] sînt rezultatul biocenozelor caracteristice diferitelor faciesuri [2] — adevărate cimitire ale organismelor ce pier (tanatocenoze) [3]. Astfel, în zona prelitorală și cea litorală (30—70 m), biocenozele sînt formate din midii *(Mytilus galloprovincialis)*, din care rezultă un nămol cu mytilus. Între zona litorală și cea sublitorală (75—150 m), în locul midiilor se dezvoltă o puzderie de scoici mici ca boabele de fasole *(Modiola Phaseolina)*, sedimentul fiind numit nămol cu faseoline. Ambele nămoluri intră în compoziția unei argile grosiere, de culoare cenușie-închis, cunoscută sub numele de *argilă aleuritică* — sediment caracteristic Mării Negre.

Studii recente au stabilit prezența unor mari cantități de coprolite în sedimentele (nămoluri) găsite în zona litorală a țărmului românesc al Mării Negre și reprezentînd dejecțiile organismelor de fund (scoici).

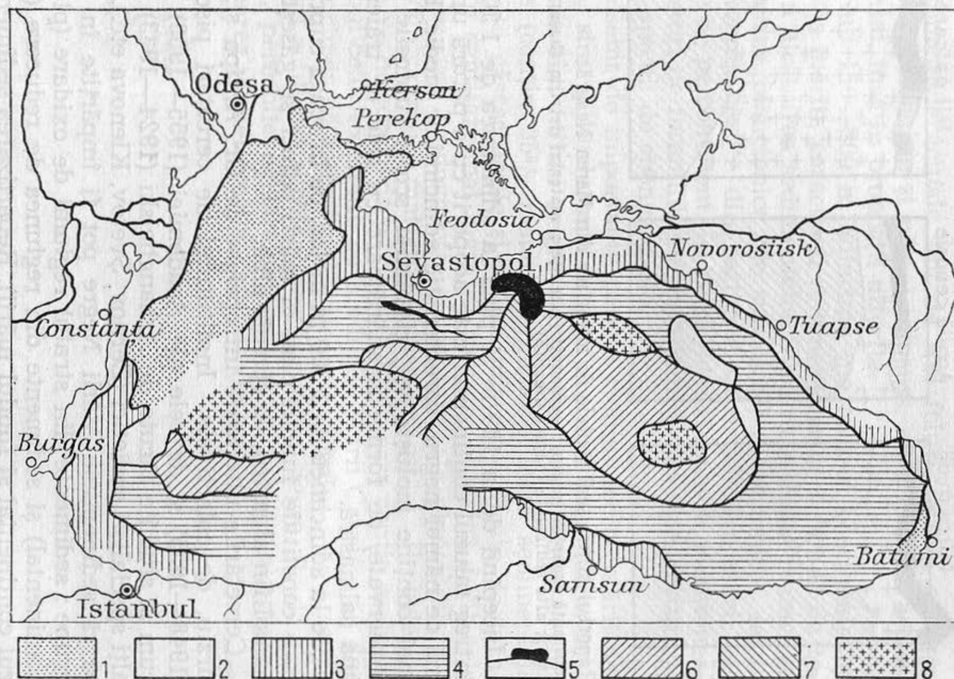
În Marea Neagră, sedimentele grele (nisip cu pietriș) au în general o distribuție foarte limitată (rezultatul expediției din 1890—1891). Nisip de cuarț se găsește numai în zona prelitorală, între 18 și 33 m. Numai în partea de nord-vest a mării, nisipul se așterne pe o lățime mare (60 km) și ajunge pînă la adîncimea de 104 m (în fața gurii Bosforului). Bancuri de scoici se găsesc de obicei în zona nisipului. Tot restul fundului este acoperit de nămol și mîl.

Cercetătorii români au mai constatat că în zonele litorale și sublitorale (de la 60 m la 180 m), de jur-împrejurul Mării Negre există un fund uniform acoperit cu nămol fin de culoare albastră (cînd este proaspăt), plin de scoici și de organisme vii *(Mediola Phaseolina)*.

1 În Marea Neagră procesul de sedimentare este rapid. Depozitele fluviale se sedimentează cu o viteză de 1 cm/an. Istoricul grec Polyb (205—125 î.e.n.) a calculat că pentru umplerea Mării Negre cu sedimente ar fi necesari circa 200 000 ani — previziune corectă.

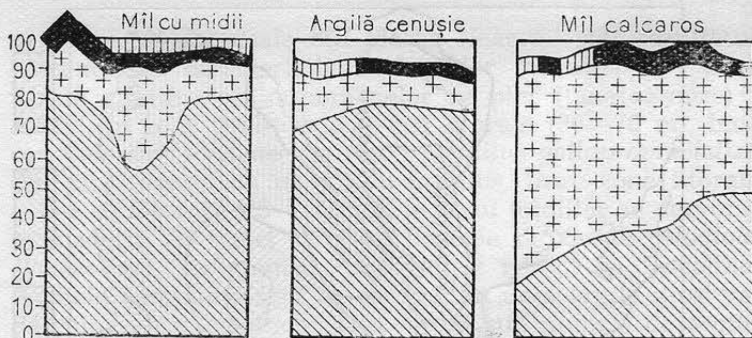
2 Straturi care pe toată întinderea lor au același conținut litologic sau de faună și floră.

3 Diversele medii de viață (biotopi), caracterizate prin diferite asociații de organisme adaptate condițiilor lor specifice (biocenoze) ; după moarte, nu reprezintă altceva decît resturi organice sau tanatocenoze.



Schema repartiției sedimentelor în Marea Neagră

1—lumașele; *2*—nisip; *3*—nămol cu Mytilus și cu Phaseolina; *4*—argilă cenușie de adîncime; *5* — regiuni fără sedimente actuale; 6—mîl calcaros cu argilă; *7*—argilă cu mîl calcaros; *8*—mîl calcaros



Raportul dintre sedimentele de adîncime din Marea Neagră:
substanță organică (negru); carbonați (steluțe); material detritic (hașură înclinată); alte sedimente (hașură dreaptă)

Începînd de la 180 m și pînă la adîncimea de 1 300 m, întreg taluzul continental este acoperit cu o pătură uniformă de nămol negru, caracteristic adîncimilor medii. El nu mai conține moluște vii, ci numai scoici subfosile, bine conservate, de forme asemănătoare cu cele ce trăiesc în apa salmastră.

De la adîncimea de 1 300 m în jos, pe întreaga suprafață care constituie fundul plan al mării adînci se găsește un nămol fin albastru, cu sferule albe.

Cercetările ulterioare întreprinse de Gr. Antipa și, mai tîrziu, de colectivele Institutului de cercetări piscicole (1948—1955) și de cele ale Academiei (1955—1958), precum și studiile făcute de Arhanghelski (1924—1933) și de alți specialiști sovietici (Zernov, Șvețov, Klenova etc.), arată că sedimentele Mării Negre pot fi împărțite în două grupe : sedimente din stratul regiunii de oxidare (platoul continental) și sedimente din regiunea de reducere (taluzul continental și fundul mării). Repartizarea sedimentelor reflectă schema circulației apelor marine : în apropierea țărmului predomină nisipurile, iar treptat, spre adînc, scoicile și nămolurile ; în regiunea curenților ce străbat marea în direcția Crimeei și spre partea de nord a țărmului caucazian, sedimentele sînt mai grosiere, iar nămolul fin este legat de regiunile liniștite ; spre adîncimile mari crește treptat stratul de mîl calcaros.

Sedimentele actuale sînt de trei feluri : argilă cenușie, nămol de tranziție și nămol calcaros, alcătuite din același material, însă în proporții diferite.

Sub 150—200 m adîncime (pe taluzul continental și în albia mării), caracterul sedimentelor se schimbă cu totul. În alcătuirea sedimentelor intră numeroase resturi de organisme planctonice (de suprafață) și nectonice (activ înotătoare), căzute din regiunea superficială a mării sau aduse de pe continent. În afară de diatomee se menționează resturi de foraminifere, embrioni de moluște, resturi de pești, spiculi de spongieri etc.

Deosebit de importante pentru studiul sedimentării actuale, sînt mîlurile subfosile aflate sub cele calcaroase. Acestea sînt mîluri negre sapropelice, semilichide-gelatinoase (conțin 35% materie organică). Între sedimentele vechi se găsesc argile și mîluri microstratificate, toate avînd o cantitate mai mare de materie organică decît cele actuale, ceea ce dovedește că organismele planctonice au fost cîndva mult mai numeroase ca astăzi. Probele de faună veche scoase de pe fundul mării, care conțin moluște de tipul celor existente pe fundurile Mării Caspice, au dus la concluzia că numai prăbușirea Bosforului a fost cauza etajării actuale a zonelor specifice Mării Negre. Pe de altă parte, perechile de straturi care se depun anual, permit evaluarea vîrstei acestor depozite (în ani).

Sedimentele actuale sînt de trei feluri: argilă [illegible], nisipuri [illegible] şi nămoluri [illegible], alcătuite din acelaşi material, însă în proporţii diferite.

Sub 150—200 m adîncime (pe taluzul continental şi în afara lui), caracterul sedimentelor se schimbă cu totul. În alcătuirea sedimentelor intră numeroase resturi de organisme planctonice (de suprafaţă) şi bentonice ([illegible]) [illegible] din regiunea superficială a mării sau aduse de pe continent. În afară de diatomee se mai întîlnesc testele de foraminifere, cochilii de moluşte, resturi de peşti, spiculi de spongieri etc.

Deosebit de importante pentru studiul sedimentelor actuale, sînt [illegible]. Acestea sînt mîluri negre sapropelice, [illegible] (conţin 35% materie organică). Între sedimentele vechi [illegible] argile şi mîluri [illegible], foarte [illegible] o cantitate mai mare de materie organică decît cele actuale, ceea ce dovedeşte că organismele planctonice au fost [illegible] mult mai numeroase [illegible]. Probabil [illegible] [illegible] scoase de pe fundul mării, care conţin moluşte de tipul celor existente pe fundurile Mării Caspice, au dus la concluzia că [illegible] [illegible] actuale a [illegible] Mării Negre. Pe de altă parte, perechile de straturi care se depun anual, permite examinarea [illegible] acestor depozite (în ani).

[illegible]

Partea a III-a

FIZICA ȘI CHIMIA MĂRII ȘI A OCEANULUI

VII

PROPRIETĂȚI FIZICE ALE APEI DE MARE

I. TEMPERATURA APEI DE MARE

Masa lichidă a oceanului are temperatura variabilă atît la suprafață, cît și în adîncime.

Temperatura apei de mare este în general mai ridicată decît temperatura stratului de aer de deasupra.

De multe ori temperatura apei de la suprafață dă indicații asupra direcției curenților și apropierii ghețarilor plutitori [1].

Uneori, pe vreme de ceață, se practică navigația termometrică și chiar transatlanticele se servesc de termometre pentru a determina poziția lor față de Curentul Golfului (Golfstream) și față de aisberguri (munți de gheață plutitori). Determinarea poziției unei nave prin măsurarea temperaturii apei cu termometrul și-a avut epoca sa de importanță, către sfîrșitul secolului al XVIII-lea.

[1] În anumite cazuri, cu ajutorul termometrului se poate determina cu aproximație punctul unde se găsește nava. Astfel în cazul unei nave care trece pe timp de ceață pe la nord de Capul Ras Hafun de pe coasta de est a Africii, în apropiere de paralela de 10° N, dacă se constată că temperatura apei a crescut de la 20 grade la 28° C, se poate preciza că ea se găsește pe latitudinea Capului Guardafui ; prin urmare nava poate să ia drum vest, pentru a intra în Golful Aden.

Cauzele încălzirii apelor oceanice și maritime formează obiectul unor importante studii. O primă cauză a încălzirii apei oceanelor este primirea unei anumite cantități de căldură prin conductibilitate de la scoarța pămîntului. Aceasta face ca straturile de apă, în contact cu scoarța pămîntului, să aibă o temperatură puțin mai ridicată decît cele de deasupra lor. Astfel, Nansen a găsit în Oceanul Arctic, la adîncimea de 2 200 m, o temperatură de — 0,82°C, pe cînd la 3 800 m, în contact cu fundul, termometrul a arătat — 0,69°C, prin urmare o diferență de 0,13°C pentru 1 600 de metri. De asemenea, în apele daneze s-a găsit un plus de 3°C la adîncimea de 1 metru în nămolul din fund, față de temperatura apei în contact cu fundul. Așa se explică și faptul că iarna anumiți pești se ascund în nămolul din fundul mărilor. O altă cauză a încălzirii apelor oceanelor este radiația solară. Înainte de a ajunge pe pămînt, razele solare sînt absorbite de atmosferă.

Căldura specifică a apei de mare, în mod obișnuit, nu coboară sub 0,9° [1]. Aceasta arată că un metru cub de apă de mare care se răcește cu 1°C cedează o cantitate de căldură care poate să ridice cu 1°C temperatura a 3 118 metri cubi de aer uscat.

Aceste valori explică rolul mării de regulator al climatului globului ; căldura înmagazinată de ocean în timpul zilei (și pe timpul verii) este redată atmosferei în timpul nopții (și în timpul iernii) [2].

Conductibilitatea termică a apei de mare [3] este de 0,00134 u.c.g.s. Deci, apa de mare conduce căldura de 120

[1] Apa de mare cu densitatea medie 1,0280 are o căldură specifică de 0,931. Între apa de mare cu densitatea de 1,0280 și aerul cu densitatea 0,00129, luate la același volum, raportul între cantitățile de căldură care ridică cu 1 grad temperaturile celor două corpuri este :

$$\frac{1,02800 \times 0.931}{0,00129 \times 0,238} = 3\,118$$ în care 0,238 este căldura specifică a aerului.

[2] Este binecunoscut exemplul lacului Geneva, care emană iarna, în timp de 24 de ore, o cantitate de căldură echivalentă cu aceea produsă prin arderea a 250 000 tone de cărbuni.

[3] Conductibilitatea termică a apei de mare este cantitatea de căldură transmisă într-o secundă printr-un centimetru cub de apă de mare, ale cărei fețe opuse sînt menținute la temperaturi care diferă între ele cu un grad.

de ori mai slab decît fierul, de 7 000 de ori mai puţin decît arama şi de două ori mai slab decît gheaţa de mare. Transmiterea căldurii în apa de mare prin conductibilitate directă de la suprafaţă la fund este aproape complet neglijabilă. Astfel, s-a calculat că dacă suprafaţa apei unei mări adînci de 5 000 m ar fi încălzită pînă la 30° C, la adîncimea de 100 m nu s-ar înregistra vreo creştere a temperaturii nici după 100 de ani ; după 1 000 de ani temperatura de la 100 m s-ar ridica cu 7°C, la 200 m — cu 0,6°C, iar la 300 m nu s-ar observa nici o creştere de temperatura.

Intervin însă aici fenomene de convecţie, adică se realizează un schimb de căldură între straturile superioare şi cele inferioare de apă, schimb care accelerează transmiterea de căldură în mediul marin. Astfel între 200 şi 1 000 m adîncime, la ecuator, cantitatea de căldură transmisă într-o zi este de 50 la 100 de calorii-gram pe centimetru pătrat.

Din cauza căldurii specifice mici a materialelor scoarţei terestre (în medie 0,4), aceasta se încălzeşte şi se răceşte repede. Căldura specifică a apei de mare fiind mai mare (cca 0,9) marea se încălzeşte mai încet decît uscatul şi se răceşte mai încet, prin radiaţie.

Prin urmare, variaţiile de temperatură ale oceanului sînt mai mici decît ale uscatului.

Temperatura apei mării este influenţată şi de evaporarea la suprafaţă. Ea provoacă răcirea stratului de apă în contact cu aerul. În unele regiuni intertropicale, răcirea prin evaporare poate să scadă temperatura apei la suprafaţă pînă la 5°C.

Apa de ploaie, după unele observaţii făcute în regiunile tropicale ale Atlanticului şi Pacificului, nu scade temperatura apei de mare la suprafaţă. Valurile produc un amestec al apelor de suprafaţă cu acelea ale straturilor inferioare ; pe timp de furtună, amestecul se poate realiza pînă la adîncimea de 30 m şi chiar mai mult. Din această cauză, temperatura apei în regiunile temperate şi tropicale coboară cu aproximativ o jumătate de grad.

În regiunile polare, unde temperatura apei creşte adesea cu adîncimea, o mare agitată are ca efect o uşoară ridicare a temperaturii apei de la suprafaţă.

Vîntul nu acţionează numai asupra temperaturii de la suprafaţa mării prin valurile pe care le creează, ci antrenează către larg apele costiere (cînd bate dinspre uscat), făcînd să se ridice la suprafaţă apele reci din adîncime. Exemplul coastelor Republicii Peru este bine cunoscut. În apropiere de Callao, pe latitudinea de 12°S, temperatura apei de mare nu trece de 18°C, în timp ce la 50 de mile marine în larg este de 23°C, iar la 100 de mile — de 27°C.

Pe coastele Angolei, situată cam pe aceeaşi latitudine, ridicarea apelor reci din adîncime provoacă o micşorare a temperaturii la suprafaţă cu 10°C.

Vînturile alizee au un efect analog pe coastele Marocului. La Mogador, în plină vară, temperatura mării este adesea sub 17°C. De altfel toată coasta de vest a Africii, pînă în apropiere de Capul Verde, păstrează această caracteristică.

Un alt exemplu. În timpul musonului de sud-vest, care bate dinspre coastele Somaliei, la înălţimea Capului Ras Hafun (8° — 10° lat. nordică) se observă cîteodată temperaturi de 16°C, care sînt foarte joase pentru această latitudine (cu 10°C mai mici decît temperatura apei din vecinătatea Capului Guardafui, situat cu 2° mai la nord). Aceasta se datoreşte unui aflux de ape submarine antrenate de vînt.

În regiunile maritime temperate, între 40° şi 60° latitudine, unde vînturile de vest sînt dominante, ridicarea apelor reci provoacă scăderea temperaturii pe coastele de est ale continentelor.

În regiunile polare, ridicarea apelor adînci are un efect invers, de încălzire a straturilor de la suprafaţă. În regiunile antarctice s-a constatat existenţa unor suprafeţe insulare de apă relativ mai caldă, care provine din adîncime.

Cînd vînturile dominante bat de la larg către coastă, se produce ridicarea nivelului apei spre coastă şi pătrunderea căldurii la mari adîncimi. O asemenea situaţie se întîlneşte pe coastele Braziliei, pe coastele de est ale Madagascarului şi Australiei, expuse alizeului de sud-est. Un alt exemplu îl oferă coastele insulelor Galapagos, aşezate pe ecuator în largul părţii de vest a

Americii de Sud. Aceste insule sînt expuse alizeelor persistente de est-sud-est. În timp ce apele coastei de vest ale insulelor au temperatura de 15°C, pe coasta de est temperatura este de 26°C.

Ca și temperatura aerului, temperatura apei de mare are o variație sezonieră, însă această variație este mult mai slabă, ea atingînd anual abia 2°C în regiunile ecuatoriale și polare și 5° — 10°C în regiunile temperate.

Variația anuală medie[1] în largul mării pentru diferite latitudini este :

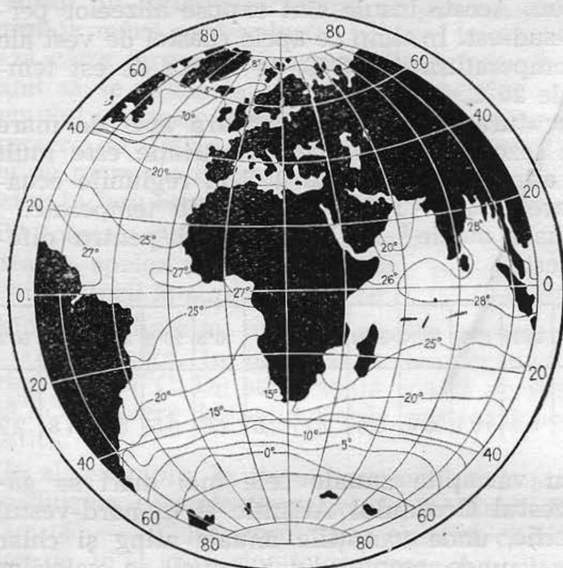
Latitudine	50°N	40°N	30°N	20°N	10°N	0°	10°S	20°S	30°S	40°S	50°S
Variația anuală °C	8,4	10,2	6,7	3,6	2,2	2,3	2,6	3,6	5,1	4,8	2,9

Regiunile cu variațiile anuale cele mai mari se găsesc în nord-vestul Oceanului Atlantic și în nord-vestul Oceanului Pacific, unde variațiile anuale ating și chiar trec de 20°C și unde amplitudinea anuală a valorilor extreme este uneori de 28°C. Acestea sînt regiuni în care curenții reci se învecinează cu cei calzi, ale căror limite sînt foarte variabile în cursul anului, astfel încît aceeași regiune este străbătută cînd de un curent rece, cînd de un curent cald.

Regiunile costiere și mările interioare au variații anuale mai mari decît largul oceanului, putînd atinge 20°C sau chiar mai mult. În această situație sînt : Mediterana europeană de est, Marea Neagră, Marea Nordului, Marea Roșie, Golful Persic și Marea Chinei de Sud, unde în anumite puncte temperatura apei de mare variază în cursul anului de la —1°C la +27°C.

Variația zilnică a temperaturii la suprafață este foarte slabă în largul mării ; în general, ea nu trece de 1°C. În regiunile puțin adînci de coastă sau pe plajă, variația este mult mai importantă și poate atinge 5°C.

[1] Variația anuală a temperaturii la suprafață este diferența dintre temperatura medie stabilită în luna cea mai caldă și aceea din luna cea mai rece. Intervalul dintre temperaturile extreme observate în timpul unui an se numește amplitudine anuală.





Izotermele
medii anuale
ale oceanelor

Variația zilnică slabă a temperaturii apei de mare prezintă o importanță deosebită din punct de vedere meteorologic și biologic. În timp ce pe uscat temperatura solului este supusă la variații considerabile de la un loc la altul, și de la o oră la alta, variația zilnică a temperaturii mării în larg abia atinge 1°C. Variațiile temperaturii uscatului sînt așa de repezi încît de cele mai multe ori exercită numai o influență momentană și cu totul locală asupra atmosferei. Pe mare însă, o schimbare de temperatură, chiar de o fracțiune de grad, influențează asupra vremii și asupra viețuitoarelor marine — foarte sensibile la cele mai mici variații de temperatură.

Măsurarea temperaturii apei de la suprafața mării nu prezintă astăzi nici o greutate. Ea se măsoară de obicei în probe luate cu un ghiordel[1] de pînză din afara bordului. Această metodă este cea mai răspîndită. Luarea apei cu ghiordelul este posibilă la viteze ale navei de sub 15 noduri. În cazul vitezelor mari se folosesc aparate speciale. Cînd nava se află în derivă sau cînd este la ancoră, ca și atunci cînd observațiile se fac la coastă în stratul de apă superficial, temperatura se măsoară cu un termometru obișnuit, cu montură. Pentru observații precise asupra temperaturii de la suprafață, sînt folosite termometre foarte precise cu rezervoare în formă de ac sau termometre electrice. Pentru instalarea termometrelor în apă se folosesc flotoare speciale.

Un instrument special, numit batitermograf, servește să se măsoare foarte repede variația de temperatură pînă la 200 și chiar 300 de metri adîncime, nava putînd avea viteza de 15 noduri. Ușurința de manevră a batitermografului și siguranța sa de funcționare au contribuit la cunoașterea structurii termice a oceanului.

A. TEMPERATURA LA SUPRAFAȚA OCEANELOR ȘI A MĂRILOR

Temperatura apei la suprafață variază de la un punct al oceanului la altul, în funcție de latitudine, de apro-

[1] Ghiordel de lemn sau de pînză = găleată

pierea sau de depărtarea coastelor, de prezența curenților marini calzi sau reci.

În regiunile polare, temperatura nu poate să scadă sub punctul de îngheț al apei sărate (cca —2°C).

În regiunile ecuatoriale, temperatura trece de 25°C și atinge în anumite locuri, în plin ocean, 27°C și 28°C. Aceste temperaturi sînt depășite în mările închise și în apropierea unor coaste. Astfel, s-au observat temperaturi de 32°C în golful Mexic și de 35°C în Marea Roșie și în golful Persic.

Deci diferența între temperaturile extreme ale mării este de 37°C, iar între acelea ale aerului — de circa 120°C.

La latitudini egale, media temperaturilor este mai ridicată în emisfera nordică decît cea sudică, deoarece cele trei oceane — Atlantic, Pacific și Indian — sînt larg deschise spre continentul Antarctic, prin oceanul Austral, pe cînd Atlanticul de nord și mai ales Pacificul de nord comunică cu Oceanul Arctic prin treceri mult mai înguste.

Temperatura medie a apelor de suprafață este evaluată la 17°C. Aproape un sfert din apele de suprafață au temperaturi mai mari de 25°C.

În mările de sud, izoterma[1] medie anuală este de 0°C, iar în Pacificul occidental de 28°C.

Apa Curentului Gulfstream prezintă o diferență de temperatură considerabilă față de apa învecinată și în special față de aceea a Curentului Labradorului. Iarna, temperatura acestuia din urmă este de + 6°, iar la cîteva mile mai spre est, în apa Curentului Golfului, temperatura atinge + 18°C.

1. *Temperatura apelor Oceanului Atlantic*

După Krummel, temperatura apei Oceanului Atlantic pentru diferite latitudini este următoarea :

[1] Izoterme = curbe cu aceeași temperatură a apei.

Latitudinea	Temperatura medie nord °C	Temperatura medie sud °C	Diferența °C
70° — 60°	4°,3	—1°,3	5,6
60° — 50°	8°,9	1°,9	7,0
50° — 40°	12°,9	9°,5	3,4
40° — 30°	20°,3	17°,1	3,2
30° — 20°	23°,9	21°,2	2,7
20° — 10°	25°,6	23°,2	2,4
10° — 0°	26°,8	25°,7	1,1

Pe toate latitudinile, și mai ales pe cele mai mari, apele Oceanului Atlantic de nord au în medie o temperatură mai ridicată decît cele ale Atlanticului de sud. Aceasta se datorește faptului că Atlanticul de nord comunică cu Oceanul Arctic prin treceri relativ înguste, în timp ce Atlanticul de sud comunică liber prin Oceanul Austral, cu apele antarctice. Bineînțeles, la acest efect trebuie adăugat și acela al temperaturilor foarte diferite ale celor două părți ale oceanului, datorită condițiilor geografice existente. În Antarctica, toată regiunea cuprinsă între cercul polar și Polul Sud este formată de uscat, acoperit tot timpul cu zăpadă și cu gheață. În nord însă, marea polară este înconjurată de uscat, fără zăpadă în timpul verii, pe care temperatura este mai ridicată; curenții de aer care circulă pe deasupra uscatului se încălzesc și pot să transporte pînă în regiunea polului mase de aer relativ calde. Din această cauză, Oceanul Arctic are în timpul verii temperaturi mai mari de 0°C.

Curenții marini contribuie și ei la menținerea acestei diferențe de temperatură. Curentul Golfului transportă pînă la latitudini ridicate apele calde ecuatoriale și tropicale. Dacă, spre exemplu, Capul San Roque nu s-ar găsi cu 5° la sudul ecuatorului, ci cu 5° la nord, atunci imensa cantitate de ape ecuatoriale s-ar îndrepta spre Atlanticul de sud, ceea ce ar face ca temperaturile Oceanului Atlantic să fie complet modificate.

Contrastele dintre estul și vestul Oceanului Atlantic sînt mai pronunțate decît acelea dintre nord și sud. În tabelele de mai jos este arătată temperatura medie a apei de mare pe aceeași latitudine, pe coastele europene, africane și americane :

Latitudinea	70°N	60°N	50°N	40°N	30°N	20°N	10°N	0°N
America	−1,5°C	2,0	4,0	11,5	25,5	27,5	27,7	26,6
Europa Africa	5,0°C	9,0	12,5	16,0	18,0	19,8	26,8	26,5
Diferența (°C)	−6,5°C	+7,0	+8,5	+4,5	—7,5	—7,2	0,9	0,1

Latitudinea	10°S	20°S	30°S	40°S	50°S	60°S
America	26,3°C	24,3	19,5	13,0	8,2	2,0
Europa Africa	23,5°C	16,2	14,0	16,0	2,0	—1,3
Diferența (°C)	—2,8°C	—8,1	—5,5	+3,0	—6,0	—3,3

Diferențele se datoresc mai cu seamă circulației de la suprafață și ridicărilor de ape adînci produse de vînturi.

În nord, de la latitudinea de 70° și pînă la latitudinea de 40°, temperaturile în lungul coastelor americane și groenlandeze sînt mult mai joase decît în lungul coastelor europene, din cauza expansiunii apelor calde ale Curentului Golfului, care udă coastele Europei pînă la capătul de nord al Norvegiei și pînă la Marea Barenț; pe aceleași latitudini, un curent rece coboară din mările arctice în lungul coastelor Groenlandei și ale Labradorului, pînă la sud de Terra-Nova. La efectul acestui curent rece se adaugă ridicările apelor adînci și reci provocate de vînturile de vest. Ele formează în lungul coastelor Statelor Unite, pînă la sud de New-York, un „perete" rece, așa de precis delimitat încît între prova

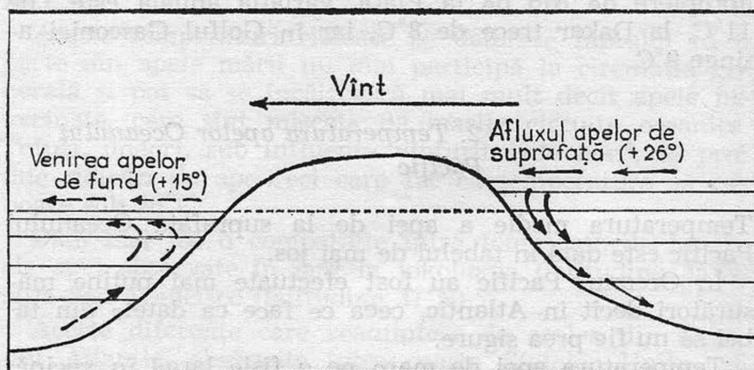
și pupa unei nave se observă diferențe de temperatură de peste 10°C.

Contrastul dintre temperatura de pe coastele Americii și cea de pe coastele Europei este mai accentuat pe latitudinea de 50°N (latitudinea Canalului Mînecii), în timpul lunilor de iarnă, cînd se atinge o diferență de 11°C.

La sud de paralela 40°N, diferența între cele două părți ale Atlanticului — orientală și occidentală — se schimbă; coastele europeană și africană devin mai reci decît coasta americană. În lungul coastei africane se formează un curent spre sud, apoi spre sud-vest, care pleacă de pe coastele Portugaliei. Partea principală a acestui curent se numește Curentul Canarelor. El provoacă scăderea temperaturii apei de mare. La efectul acestui curent se adaugă acela al ridicării de ape adînci, fenomen care se observă vara pe coastele Portugaliei, pînă în apropierea Capului Finisterre, unde temperaturile apei de mare sînt inferioare acelora din Golful Gasconiei.

Temperaturi mai joase în vecinătatea coastei decît în larg se observă pe coasta africană pînă la latitudinea insulelor Bissagos, în fața Guineei portugheze.

În apropierea ecuatorului și către 5° latitudine nordică, temperaturile sînt cam aceleași pe ambele coaste.



Efectul vîntului asupra temperaturii oceanului lîngă insulele Galapagos

Însă, începînd de la 5° latitudine sudică, apare din nou un contrast între coastele africane și cele americane. Pe acestea din urmă, în lungul coastei Braziliei și pînă la latitudinea de 30° S, Curentul Braziliei transportă spre sud apele calde ale regiunilor ecuatoriale. Pe coastele africane, Curentul Benguelei transportă către nord apele reci ale Oceanului Austral ; transportul de ape reci de pe coastele Angolei coboară temperatura apei de mare de la suprafață ; această răcire se manifestă pînă în apropierea Capului Bunei Speranțe.

Variația anuală în regiunile ecuatorului este minimă. Între coastele Africii și Americii, pe latitudinea de 5°N, temperatura mării rămîne aproape constantă (27°C) și nu variază mai mult de 1°C, pe cînd în apropiere de coaste variația anuală a temperaturii atinge 3°C. Astfel, în Golful Guineei, în timpul verii, temperatura este adesea sub 25°C, iar în celelalte luni atinge 28°C ; aceasta se datorește temperaturii scăzute a aerului în anotimpul ploios din iulie-august.

La nord și la sud de tropice, cam pe latitudinea de 35° variația anuală atinge și depășește în medie 8°C. Ea scade spre latitudinile mari și este de 6°C în regiunea Islandei.

Pe lîngă coaste, variația anuală a temperaturii apei de suprafață este mult mai mare : atinge 18°C pe coastele Americii, între Capul Hatteras și Terra-Nova. În apropiere de Rio de la Plata, variația anuală este de 11°C, la Dakar trece de 8°C, iar în Golful Gasconiei atinge 9°C.

2. *Temperatura apelor Oceanului Pacific*

Temperatura medie a apei de la suprafața Oceanului Pacific este dată în tabelul de mai jos.

În Oceanul Pacific au fost efectuate mai puține măsurători decît în Atlantic, ceea ce face ca datele din tabel să nu fie prea sigure.

Temperatura apei de mare pe o fîșie largă în vecinătatea ecuatorului este în medie de 29°C.

Latitudinea	Temperatura medie nord °C	Temperatura medie sud °C	Diferența °C
70° — 60°	—	—1°,3	—
60° — 50°	5°,7	5°,0	+0°,7
50° — 40°	10°,0	11°,2	— 1,2
40° — 30°	18°,6	17°,0	+ 1,6
30° — 20°	23°,4	21°,5	+ 1,9
20° — 10°	26°,4	25°,1	+ 1,3
10° — 0°	27°,2	26°,0	+ 1,2

Nava oceanografică sovietică *Viteaz,* în călătoria sa din 1958 în timpul A.G.I., a măsurat în regiunea ecuatorului și pe longitudinea de 170 grade E o temperatură a apei la suprafață de 30°C și în aer, la umbră, tot de 30°C ; umiditatea aerului depășea 90%.

În partea de est, aproape de coasta Americii Centrale, se observă adesea temperaturi care trec de 30°C. În 1939, în lunile iulie și august, între Canalul Panama și Capul San Lucas de la intrarea Golfului Californiei, s-au observat temperaturi ale apelor de suprafață mai mari de 30°C (în unele locuri chiar peste 31°C), iar în largul coastei Salvadorului, temperatura mării a atins 34°C.

Aceste temperaturi ridicate se datoresc faptului că o parte din apele mării nu mai participă la circulația generală și pot să se încălzească mai mult decît apele învecinate, care sînt mișcate de marile circuite oceanice. Totuși, uneori, sub influența vînturilor de nord, se produc ridicări de ape reci care fac ca temperatura să coboare sub 20°C.

Dăm mai jos o comparație între temperaturile lunare ale apei observate în larg la Iokohama (latitudine 35°N) și la San Francisco (latitudine 37°N) :

Aceste diferențe care reamintesc de acelea din Oceanul Atlantic, observate între coasta Statelor Unite și coasta Africii, se datoresc acțiunii curentului rece din

	I	F	M	A	M	I	I	A
Iokohama (°C)	16,9	16,6	17,0	17,7	18,7	20,3	22,7	26,1
San Francisco (°C)	12,5	11,7	11,6	11,3	11,3	13,8	13,5	13,0
Diferența (°C)	4,4	4,9	5,4	6,4	7,4	6,5	9,2	13,1

	S	O	N	D
Iokohama (°C)	26,2	23,8	21,4	19,8
San Francisco (°C)	13,8	14,6	13,8	13,4
Diferența (°C)	12,4	9,2	7,6	6,4

lungul Californiei, care vine de la nord, precum și ridicării apelor din adîncime. Temperatura mării pe coastele Californiei este cea mai joasă observată vara pe această latitudine în toate oceanele, așa se explică climatul rece din timpul verii la San Francisco, ca și cețurile din acest anotimp de pe coastele Californiei.

O altă anomalie de temperatură se observă în Golful Alaska. Mai jos sînt date temperaturile, în °C, la Sitka (57°N), pe coasta americană și la Petropavlovsk (53°N), pe coasta asiatică.

De astă dată, marea este mai caldă pe coasta americană. În timp ce în golful Alaska temperatura nu coboară niciodată la 0°C, pe coasta asiatică marea este înghețată timp de trei luni pe iarnă. Curentul cald Curo-Șivo trece pe lîngă Alaska și are un efect analog cu al Curentului Golfului din Atlantic asupra coastelor Norvegiei, însă mult mai redus, pe cînd coasta Asiei este scăldată de un curent rece asemănător Curentului Labrador.

În Pacificul de Sud de la ecuator și pînă la 40° latitudine sudică, în lungul coastelor Americii, apa de mare este mult mai rece decît în largul și în partea occidentală a oceanului.

	I	F	M	A	M	I
Sitka (°C)	5,0	4,8	4,9	5,5	7,0	9,0
Petropavlovsk (°C)	—0 sub	—0 sub	—0 sub	0	1	4

	I	A	S	O	N	D
Sitka (°C)	11,1	12,8	12,3	9,9	7,5	6,1
Petropavlovsk (°C)	7	10	9	7	3	2

Apele care scaldă coastele Americii de Sud sînt foarte reci, pentru aceste latitudini, datorită Curentului Humboldt, care aduce pînă la ecuator apele Oceanului Austral și mai cu seamă din cauza ridicării apelor din adîncuri.

Temperatura mării variază mult de la un punct la altul în special în regiunile situate în Pacificul de nord, în locul de separare a apelor calde ale Curentului Curo-Șivo de cele ale apelor reci ale Curentului Oya-Șivo (40° latitudine, în estul Japoniei; aici, temperatura variază cu peste 3°C pe o distanță de 30 de mile marine).

Variația anuală a temperaturii apei de mare este apreciabilă în vecinătatea coastelor de nord ale Japoniei, unde atinge 20°C. În schimb, în regiunile ecuatoriale, această variație este foarte slabă.

3. *Temperatura apelor Oceanului Indian*

Între paralela care unește sudul Australiei cu Capul Bunei Speranțe și părțile cele mai nordice ale Oceanului Indian, temperatura apei de mare la suprafață rămîne aproape întotdeauna superioară lui 20°C.

Cu toate acestea, extremitățile de nord ale Mării Roșii și ale golfului Persic dau în ianuarie-februarie temperaturi sub 20°C. De asemenea, pe timpul iernii aus-

trale (în iulie-august), în apropierea Capului Bunei Speranțe și a Capului de sud-vest al Australiei, temperatura apei de mare coboară la 15°C.

Temperatura medie (în °C) a apei de mare în lunile ianuarie și iulie pe diferite latitudini este indicată în tabela de mai jos :

Latitudine	20° N	15° N	10° N	5° N	0°	5,5° S	10° S
Ianuarie (°C)	25,2	26,0	26,9	27,3	27,5	27,7	27,9
Iulie (°C)	27,5	27,4	27,1	27,6	27,6	27,0	26,2
Diferența (°C)	—2,3	—1,4	—0,2	—0,3	—0,1	0,7	1,7

Latitudine	15° S	20° S	25° S	30° S	35° S	40° S	45° S	50° S
Ianuarie (°C)	27,3	26,2	24,5	22,6	19,5	16,0	10,7	6,3
Iulie (°C	25,4	23,5	21,4	19,0	15,9	13,2	8,9	5,0
Diferența (°C)	1,9	2,7	3,1	3,6	3,6	2,8	1,8	1,3

Variația anuală este aproape nulă la ecuator, crește spre tropice și scade din nou spre și în Oceanul Austral. În golfurile Oman și Bengal variația anuală prezintă două maxime și două minime. Această variație semianuală se datorește atît faptului că în regiunile tropicale Soarele culminează de două ori la zenit (creează deci două maxime de temperatură), cît și invaziei de apă rece care se observă din mai și pînă în septembrie în această regiune, adusă de curenții marini de pe coasta Somaliei.

În regiunea Capului Bunei Speranțe, temperatura variază cu 1°C pe lună, între februarie (luna cea mai caldă) și august (luna cea mai rece). Vara, în vecinătatea capului, apa de mare este mai rece decît în largul oceanului, pentru că vînturile suflă atunci dinspre uscat și creează la suprafață un aflux de ape reci provenite din adîncime.

4. *Temperatura apelor în Oceanul Austral*

Oceanul Austral, care este o continuare a celor trei oceane : Atlantic, Pacific și Indian, își întinde apele pînă la marginile continentului Antarctic. Apele sale prezintă în general descreșteri foarte regulate de temperatură, de la nord spre sud.

Apele Oceanului Austral sînt reci, cu toate că afluxul de ape mai calde din regiunea tropicelor, ca și regimul de depresiuni atmosferice, ar avea tendința să le mai îndulcească temperatura. Ca și în alte mări, și aici pare a exista o tendință de egalizare a temperaturii apei de suprafață cu aceea a straturilor inferioare ale atmosferei. Totuși, în sudul oceanelor Atlantic și Indian se constată o anomalie termică negativă, adică o tendință a apei de a fi mai rece decît aerul de deasupra. Astfel, în martie și aprilie, în sudul Oceanului Indian, temperatura aerului este de + 12,4°C, iar a mării — de numai + 8°C. Pe latitudinea de 54°S s-a măsurat în aer o temperatură de 3,18°C, iar în apă, de 2,90°C.

Aceste anomalii termice negative se prelungesc spre sud-vestul Africii și spre vestul Americii de Sud și Australiei.

Din contră, o anomalie termică pozitivă (apa mai caldă decît aerul) s-a observat în cîteva puncte din sudul Pacificului între Capul Horn și Noua Zeelandă, unde temperatura apei este cu 3°C și chiar cu 4°C superioară celei a aerului.

Dacă în Oceanul Arctic, în timpul verii, temperatura apei trece de 0°C, în sudul Oceanului Austral ea este totdeauna sub zero, datorită faptului că pe continentul Antarctic se găsește tot timpul un acoperămînt de gheață și zăpadă, ceea ce influențează (prin vînturile reci) climatul mării înconjurătoare.

Temperatura de suprafață a apei de mare scade spre sud de Capul Bunei Speranțe (0°C) mai repede decît la sud de Capul Horn (6°C).

Pe latitudinea de 65°S, temperatura apei este în tot cursul anului sub 0°C și coboară pînă la —3°C sau chiar

pînă la —4°C; gheaţa de mare nu se poate forma decît în perioada frigului foarte intens, a unei presiuni atmosferice stabile şi a unei mări calme.

Variaţia anuală în Oceanul Austral descreşte destul de regulat şi foarte repede spre Antarctica. Astfel, în vecinătatea Georgiei de sud, pe paralela de 55°S, variaţia anuală este de 5°C, iar la Orcadele de Sud, pe latitudinea de 60°S, abia atinge 2°C. În apropierea coastei continentului, pe latitudinea de 60°S, s-a măsurat iarna o temperatură a apei de mare de —1,9°C şi vara de 0°C.

5. *Temperatura apelor în mările secundare*

Oceanul Arctic, ca şi mările marginale antarctice, este un ocean îngheţat şi prezintă cea mai mare întindere de apă sub formă de gheaţă de pe glob (temperatura de suprafaţă este sub 0°C). Totuşi, unele regiuni sînt supuse influenţei curenţilor marini calzi, curenţilor de aer încălzit de uscatul înconjurător, care fac ca unele mări adiacente Oceanului Arctic să fie libere de gheaţă în tot cursul anului, sau numai în timpul lunilor de vară.

Marea Baffin prezintă o temperatură medie de +3,5°C (în luna iulie, în Golful Disco, temperatura medie este de +9,5°C, iar în partea occidentală a mării, media de temperatură este de —1,5°C, pe latitudinea de 59°N, din cauza unui curent rece care coboară de la nord în lungul coastei Ţării lui Baffin).

Marea Barenţ este uneori tot anul liberă de gheaţă şi prezintă în partea sa de vest temperaturi medii de +11°C şi de +6°C.

Marea Albă, care este mai mult un golf al Mării Barenţ, are o temperatură medie la suprafaţă de +8° la +9°C vara şi de —1,9° iarna.

Mările platoului continental siberian sînt acoperite tot timpul cu gheaţă, însă vara există spaţii întinse cu apă liberă, care au temperatura la suprafaţă foarte aproape de 0°C.

6. *Temperatura apelor în mările marginale*

În Marea Bering temperatura rămîne sub 0°C din decembrie pînă în aprilie, atingînd în multe părţi punctul de îngheţ; în partea de sud-est şi în vecinătatea Aleutinelor, însă, în timpul lunilor de iarnă, temperatura mării trece de +1°C şi chiar de +2°C. Vara în strîmtoarea Bering, temperatura depăşeşte +5°C.

Marea Ohoţk este rece în timpul iernii. Vara însă, temperatura apei trece de 10°C (atinge +13°C la larg de Ohoţk). Pe latitudinea de 50°N, în largul insulei Sahalin, temperatura minimă lunară este de —1,6°C (în februarie) iar cea maximă de +11,5°C (în august).

Marea Japoniei prezintă în toate anotimpurile foarte mari variaţii de temperatură de la un punct la altul. Iarna, în partea de nord, temperatura la suprafaţă este sub 0°C, pe cînd în sud trece de +10°C şi chiar de +12°C. Vara se observă o temperatură de +17°C în partea de nord şi de +26°C în sud.

Mai jos este arătată variaţia anuală a temperaturii apei de mare la Vladivostok, în °C :

	I	F	M	A	M	I	I	A
Vladivostok (°C)	—1,4	—1,8	—0,8	+2,2	+6,4	11,3	16,3	20,4

	S	O	N	D
Vladivostok (°C)	18,0	12,0	5,3	—0,5

Această variaţie anuală considerabilă este depăşită în Marea Galbenă, unde, în anumite puncte ale golfului Liaodun, temperatura atinge 26°C. Această mare îngheaţă iarna ; vara, temperatura ei trece de 25° C.

În mijlocul Mării Galbene, pe latitudinea capului de sud al Coreei, temperatura este de 8° C în februarie şi de 26°C în august.

În Marea Chinei de est, temperatura mării se ridică iarna la 10° (între coastele Chinei și insulele Riukiu). În strîmtoarea Taivan, în februarie se observă o temperatură de 11°C pe coastele Chinei continentale și de 18°C pe aceeași latitudine pe coastele Taivanului ; distanța dintre aceste regiuni este de 100 mile. Vara, această mare are o temperatură uniformă de 27°C.

La nord de strîmtoarea Taivan, temperatura este de 10°C, iar la sud, trece de 20°C. În mijlocul strîmtorii, în apropierea insulelor Penhuledao, în luna februarie, temperatura variază cu 8° C pe distanța de 60 de mile marine, aceasta fiind cea mai mare variație de temperatură a Pacificului de la un punct la altul.

7. *Temperatura apei în mările mediterane*

În mările Arhipelagului Sondelor, variația anuală este slabă (abia depășește 2°C). Ea atinge 10°C pe coastele de est ale Australiei.

În Marea Antilelor, temperatura apei de mare variază în cursul anului între 27° și 29°C. Pe coastele Venezuelei și ale Columbiei, temperatura este adesea inferioară cu 2°—3°C, temperaturii observate în largul mării.

Golful Mexicului are temperaturi mult mai variate. Între nordul și sudul golfului, temperatura poate varia pe timpul iernii cu 7°C—8°C. Astfel, în luna martie, în apropiere de delta fluviului Mississippi temperatura este de 16°C, pe cînd în apropiere de peninsula Yucatan, depășește 25°C. În timpul verii însă, golful are aproape aceeași temperatură pe întreaga sa suprafață (13°C) ; aceasta este regiunea cea mai caldă din tot Oceanul Atlantic.

În nordul golfului, variația anuală trece de 12° C.

Marea Roșie are temperatura medie, vara, de 30° C ; temperatura maximă, de 35,5°C, a fost observată pe latitudinea localității Assab. Iarna, temperatura nu trece de 25°C și scade pînă la 18°C în împrejurimile Suezului. Variația anuală este mai mare de 5° C (depășește 8° C) în golful Suez. Este marea cea mai caldă de pe glob.

Marea Mediterană are aproape aceeași temperatură pe toată suprafața ei.

În luna februarie (luna cea mai friguroasă), temperatura este de 12°C pe coasta de sud a Franței, de 10° C în nordul Mării Egee și de 17° C pe coastele Egiptului și ale Siriei. În luna cea mai călduroasă, august, temperatura atinge 21° C în strîmtoarea Gibraltar, 22° C pe coastele Franței, 25° C la Malaga, 27° C pe coastele Egiptului și Siriei și 29° C pe coastele Izraelului.

Amplitudinea variației anuale este în medie de 12° C (13° C pe coastele Algeriei și 14° C pe coastele Siriei).

În Marea Mediterană, temperatura de suprafață în timpul verii este mai ridicată decît temperatura Oceanului Atlantic, pe aceeași latitudine, din cauza căldurii continentale. Temperatura este mai joasă în vestul Mediteranei decît în estul aceleiași mări, datorită schimbului de apă dintre mare și ocean prin strîmtoarea Gibraltar. Temperatura ridicată a acestei mări, chiar în timpul iernii, face climatul țărilor ce o înconjoară să fie moderat în sezonul friguros.

În Marea Adriatică, temperatura la suprafață variază în cursul anului de la 13° C la 24,5° C. În împrejurimile porturilor Veneția și Pola, iarna temperatura este mai mică de 8° C.

Marea Neagră are o temperatură supusă condițiilor climaterice continentale. Astfel, în timpul iernii, temperatura crește de la nord la sud, fiind de 2° C în vecinătatea Constanței, de 7° C la Sevastopol, de 6° C în mijlocul mării și de 8° C în partea sa de sud-est ; în iulie 1954, a atins 28°C la SE de Sulina.

În Marea Azov și în vecinătatea Odesei, temperatura scade în fiecare an sub 0° C. Vara, temperatura este aproape aceeași la nord și la sud. În acest anotimp, izotermele urmează destul de exact conturul mării, astfel : în luna mai, temperatura atinge 16°C—17°C, în iunie, 21° C, în iulie, 23° C ; în luna iulie în bazinul de nord-vest, temperatura apei se ridică pînă la 25° C. Începînd din luna august, sistemul izotermelor se modifică, curbele coborînd spre sud. În octombrie, în bazinul de nord-vest temperatura medie nu este decît de 11° C, pe cînd în bazinul de sud-est atinge 17° C—18° C. În ianuarie izo-

termele se deplasează către sud, temperatura medie scade la +3° C pe coasta de nord-vest, la 4,5° C la Rostov și la +6° C pe coasta de sud-est. În februarie izotermele încep să se deplaseze în sens invers.

În general, în Marea Neagră predomină un fenomen de temperatură bine cunoscut : în timpul sezonului cald, din aprilie și pînă în iulie, temperatura aerului de deasupra mării este inferioară celei observate pe continent, pe cînd în anotimpul rece (decembrie, ianuarie, februarie) temperatura este mai ridicată pe mare decît pe uscat.

8. *Temperatura apelor în mările cu adîncimi mici*

Marea Baltică are temperatura de 0° C iarna pe toată întinderea ei. Vara, temperatura este de 12° C în golful Botnic, de 14° C în golful Finic, de 17° C la larg de Gdansk (aici temperatura este mai ridicată decît în Canalul Mînecii, situat cu 5° latitudine mai la sud). În apropierea coastei de sud a Balticii, variația anuală a temperaturii apei de mare atinge 17° C (cea mai mare variație de temperatură observată în Atlantic).

Marea Nordului are temperatura medie de suprafață cuprinsă între 9° C, pe latitudinea Scoției, și 11,5° C, în apropiere de Calais. Iarna temperatura mării crește de la coastă către larg, iar vara, fenomenul se produce invers. Astfel, pe timpul iernii, temperatura apei de mare descrește de la coastele Scoției spre coastele Danemarcei ; în luna februarie, în regiunea Insulelor Orcade, temperatura este de 6,5° C (față de 2,5° C la Helgoland), pe cînd vara, în aceeași regiune, temperatura este de 12° C (17° C la Helgoland).

Aceste diferențe se explică prin efectul combinat al curenților calzi care pătrund pe la nord în Marea Nordului și pe la sud prin pasul Calais.

Canalul Mînecii prezintă temperaturi medii în descreștere, de la intrarea în canal pînă la pasul Calais ; de obicei, vara, marea este mai caldă la Calais decît la intrarea în canal. Îngustarea canalului și scăderea adîncimilor sînt cauze ale temperaturii mai ridicate la Calais. Din

același motiv, apa de mare în apropierea uscatului este mai caldă pe coastele Olandei și în Baia Germană decît pe coastele franceze ale Canalului Mînecii (Baia Germană este porțiunea de sud a Mării Nordului cuprinsă între coasta de vest a Danemarcei și țărmul de nord al R. F. a Germaniei). Astfel, temperatura băilor de mare la Schewenningen este mai plăcută decît la Trouville.

Pe țărmurile Angliei și ale Franței, care sînt față în față, temperatura este aceeași în toate anotimpurile; iarna, în mijlocul canalului temperatura este mai ridicată cu 1°C față de temperatura din apropierea coastelor.

Strîmtorile daneze prezintă la suprafața apei temperatura de +2,8°C în februarie, și de 16,1°C în august (la nord de Kattegat).

Strîmtorile britanice au temperatura apei la suprafață, iarna, de +7°C pînă la +9°C, iar vara, de +14°C pînă la +16°C.

Marea Hudson este cețoasă în timpul verii și acoperită cu gheață iarna.

Golful Persic prezintă o variație anuală de temperatură, la suprafață, care trece de 15° C. În nordul golfului s-au măsurat 15°C în februarie și 33°C (chiar 35°C) în august. În timpul iernii, temperaturile sînt inferioare celor observate în Oceanul Indian, pe cînd vara sînt mai ridicate.

B. TEMPERATURA APEI DE MARE ÎN ADÎNCIME

Măsurarea temperaturii straturilor adînci ale oceanului a necesitat rezolvarea a două probleme importante : una privitoare la păstrarea indicațiilor termometrului pe tot timpul traversării straturilor de apă care au alte temperaturi, iar a doua, relativă la rezistența aparatului la presiunea apei. Cam la 10 metri adîncime, presiunea exercitată de coloana de apă de deasupra este de o atmosferă ; ea crește cu o atmosferă pentru fiecare 10 m. La 10 000 m

adîncime, termometrul va fi supus unei presiuni de 1 000 kg/cm^2. În acest caz instrumentul ar putea fi zdrobit[1].

Cu anumite excepții, temperatura mării descrește cu adîncimea. În regiunile tropicale și ecuatoriale, această descreștere se face rapid în tot cursul anului, între suprafață și 200 m adîncime. În regiunile temperate, unde se observă o variație anuală foarte mare a temperaturii la suprafața apei, scăderea temperaturii cu adîncimea este mai mare în timpul verii decît iarna.

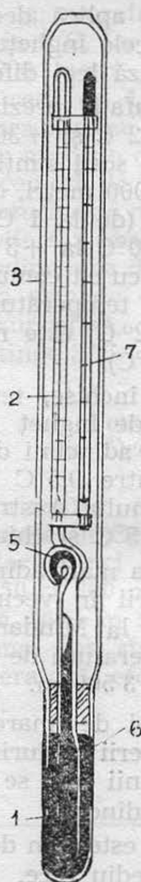
Începînd de la adîncimea de 200 metri, descreșterea temperaturii este în general mai înceată și rămîne cam aceeași în tot cursul anului.

1 Termometrul folosit pentru măsurarea temperaturii apei de mare în adîncime este format dintr-un rezervor (1) umplut cu mercur și prelungit cu un tub subțire gradat (2). Rezervorul este închis într-o cămașă de sticlă groasă (3), în care se introduce mercur (6). Această cămașă apără rezervorul și tubul său contra presiunilor exterioare, fără ca prin aceasta să stînjenească măsurarea temperaturii.

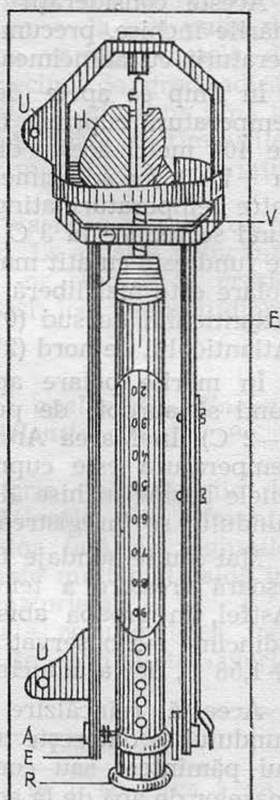
Cînd termometrul se găsește cu rezervorul în jos, acesta comunică cu coloana de mercur printr-o parte gîtuită și curbată (5) care prezintă o mică umflătură în formă de sac.

Dacă însă se întoarce termometrul cu rezervorul în sus, atunci coloana de mercur se rupe la partea gîtuită și cade în tubul subțire. Înălțimea acestei coloane, citită la scara termometrică, va indica temperatura. Dacă în timpul ridicării, termometrul ar trece prin straturi de apă mai calde decît acela a cărui temperatură a indicat-o, atunci mercurul care ar ieși din rezervor ar cădea în umflătura în formă de S și deci nu s-ar mai putea adăuga coloanei de mercur din tubul subțire (2). În interiorul tubului protector se mai află un termometru obișnuit (7), care servește pentru măsurarea temperaturii aerului, în momentul citirii, în scopul aplicării unor eventuale corecții.

Instrumentul este închis într-un tub de cupru *R*, perforat, pentru a permite circulația apei. Acest tub poate să oscileze în jurul unui ax orizontal *A*, așezat sub centrul de greutate al aparatului. Axul se sprijină pe un cadru metalic *E*, în care tubul de aramă *R* este menținut în poziție verticală cu ajutorul unui șurub *V*, comandat de o elice *H*. Această elice are palele astfel construite încît prin învîrtirea ei în timpul coborîrii instrumentului se produce fixarea șurubului în tub, iar în timpul ridicării lui se trage șurubul în afară. Prin aceasta tubul devine instabil și se întoarce cu rezervorul termometrului în sus ; imediat se rupe coloana de mercur din termometru, deci înregistrarea se păstrează pînă la suprafață. Instrumentul se coboară în adîncime cu o sondă, la care se leagă cu urechea U.



Termometru pentru măsurat temperatura apei în adîncime



Termometru reversibil. Sistem de răsturnare

Cu începere de la 1 000 metri adîncime, temperatura continuă să scadă, dar mult mai încet, pînă la cele mai mari adîncimi.

De exemplu, între suprafață și 200 metri adîncime, în regiunile tropicale și în cele temperate, vara se observă o scădere de temperatură de pînă la 20°C ; între 200 m și 1 000 m, temperatura scade cu 10°C ; între 1 000 și 3 000 m — cu 4°C ; între 3 000 și fundul mării (8 000 sau 10 000 m) — cu numai 1°C.

Aceste considerații nu se aplică decît oceanelor. În mările închise, precum și în cele înghețate, variația temperaturii cu adîncimea urmează legi diferite.

În timp ce apele de suprafață prezintă diferențe de temperatură cuprinse între —2°C și +30°C, la adîncimea de 400 metri aceste diferențe scad simțitor (de la +2°C la +7°C). La adîncimea de 1 000 metri, diferența maximă între temperaturi atinge 7°C (de la 1°C la+8°C), iar la fund se reduce la 3°C (de la 0°C la +3°C); temperatura pe fund este cu atît mai joasă cu cît comunicația cu mările polare este mai liberă. Astfel, temperatura de adîncime a Atlanticului de sud (0° C la 2° C) este mai joasă decît a Atlanticului de nord (2°C la 4°C).

În mările polare aproape închise, temperatura de la fund se apropie de punctul de îngheț al apei de mare (—2°C). În Marea Arctică, la adîncimi de sub 300 metri, temperatura este cuprinsă între 0,5°C și —1°C, iar în unele bazine închise ale Oceanului Austral, în vecinătatea fundului se înregistrează —1,5°C și chiar —1,7°C.

Mai multe sondaje făcute la mari adîncimi au arătat o ușoară creștere a temperaturii în vecinătatea fundului. Astfel, în groapa abisală de la Mindanao, la 10 035 m adîncime s-a observat o temperatură de +2,48°C, față de +1,58°C, de la adîncimea de 3 500 m.

Această reîncălzire a apei de mare în vecinătatea fundului se datorește transmiterii căldurii interne a globului pămîntesc sau compresiunii ce se exercită asupra maselor de apă de la această adîncime.

Temperatura medie a mării este cam de 4°C. În general, oceanul constituie deci un mediu rece.

Aceste temperaturi joase au consecințe importante din punct de vedere biologic.

Variația zilnică a temperaturii în adîncime este foarte slabă și de obicei nu se constată decît pînă la 30 m. Astfel, pentru o variație zilnică a temperaturii aerului de 25°C, nu s-a înregistrat nici o schimbare în temperatura apei la 5 m adîncime.

Variația anuală a temperaturii în adîncime descrește repede. Astfel, în diferite puncte ale Mediteranei s-a

observat că dacă la suprafață variația era de 12° C, la 100 m se reduce la 2°C, iar la 200 m — la mai puțin de 1°C. Pînă la 1 000 metri adîncime variația anuală de temperatură nu trece de 1 la 2 zecimi de grad adică, practic, temperatura rămîne constantă în adîncime pînă la fund și este foarte aproape de 13°C în toate anotimpurile.

În Atlantic, începînd de la 300 m adîncime, variația anuală de temperatură este nulă.

În Oceanul Arctic s-a observat o variație anuală foarte distinctă pînă la adîncimea de 150 m. La această adîncime, iarna temperatura este de —0,7°C, pe cînd vara, crește la +0,4°C. La suprafață, în același loc, amplitudinea variației anuale atinge 3°C.

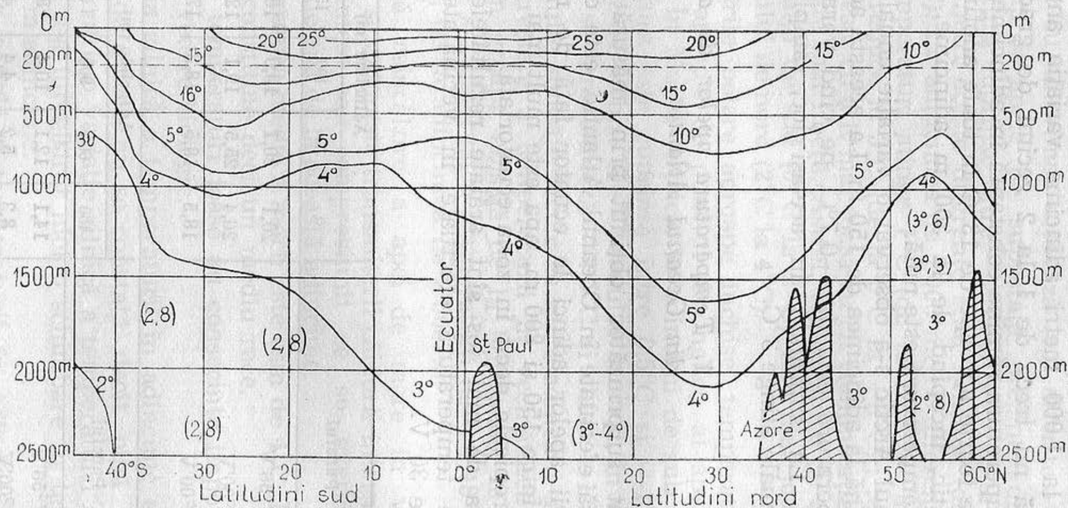
1. *Temperatura apelor de adîncime din Oceanul Atlantic*

Un rezultat surprinzător obținut prin măsurătorile de temperatură efectuate în Oceanul Atlantic, este diferența temperaturii apelor adînci la ecuator față de regiunile tropicale : între 150 și 800 m, apa este mult mai caldă în regiunile tropicale decît în zona ecuatorială.

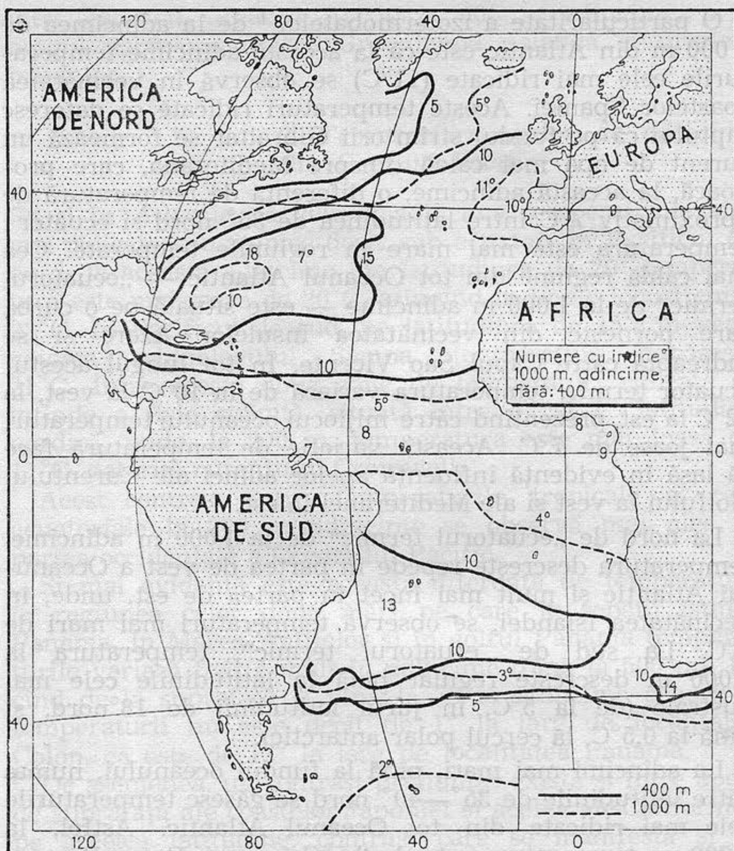
În tabela de mai jos sînt arătate rezultatele a trei sondaje de temperatură efectuate în vecinătatea meridianului de 30°V.

Punctul	Adîncime (m)				
	0	50	100	150	200
30°56'N — 27°56'V	20,1	20,1	19,0	18,0	17,0
1°01'S — 30°00'V	26,4	25,5	19,1	12,9	12,3
29°15'S — 30°00'V	18,5	18,5	18,3	17,1	15,6

Punctul	Adîncime (m)				
	400	600	900	1 000	2 000
30°56'N — 27°56'V	14,1	12,1	10,4	8,9	4,6
1°01'S — 30°00'V	8,3	5,2	4,4	4,2	3,5
29°15'S — 30°00'V	12,5	8,5	4,9	3,6	2,3



Izotermobatele Atlanticului în lungul meridianului de 30 vest



Temperatura Atlanticului în adîncime la 400 m și la 1 000 m

Sondajele făcute în apropierea insulelor Bermude arată că temperatura la 400 m este de 17°C și chiar de 18°C, pe cînd în anumite puncte ale ecuatorului abia atinge 8°C. Diferența medie a temperaturilor între ecuator și tropice, la 400 m adîncime, este de aproximativ 8°C. Temperatura cea mai mare este la tropicele Atlanticului de nord.

O particularitate a izotermobatelor[1] de la adîncimea de 1 000 m din Atlantic este că la această adîncime temperaturile cele mai ridicate (11°C) se observă în vecinătatea coastelor Spaniei. Aceste temperaturi ridicate se datoresc faptului că pe fundul strîmtorii Gibraltar se formează un curent de apă mai caldă dinspre Mediterana, care provoacă, la această adîncime, o diferență de temperatură de aproximativ 7°C între latitudinea de 35° nord și ecuator; temperatura este mai mare în regiunile temperate. Cea mai caldă regiune din tot Oceanul Atlantic — „ecuatorul termic" de la 1 000 m adîncime — este situată pe o curbă care pornește din vecinătatea insulelor Azore și se îndreaptă către Capul Sao Vicente. În tot lungul acestui ecuator termic, temperatura variază de la 10°C la vest, la 12°C la est, prezentînd către mijlocul oceanului temperaturi mai joase de 7°C. Această variație de temperatură face să iasă în evidență influența apelor adînci ale Curentului Golfului la vest și ale Mediteranei la est.

La nord de „ecuatorul termic" de la 1 000 m adîncime, temperatura descrește repede în partea de vest a Oceanului Atlantic și mult mai încet în partea de est, unde, în vecinătatea Islandei, se observă temperaturi mai mari de 5°C. La sud de „ecuatorul termic", temperatura la 1 000 m descrește regulat pînă la latitudinile cele mai australe (de la 5°C, în jurul latitudinii de 18°nord, și pînă la 0,5°C, la cercul polar antarctic).

La adîncimi mai mari, pînă la fundul oceanului, numai către latitudinile de 35°—40° nord se găsesc temperaturile cele mai ridicate din tot Oceanul Atlantic. Astfel, la 4 000 m, temperatura este de 2,5°C în vecinătatea Bermudelor, în fundul Mării Sargaselor și în adîncimea abisală a insulelor Canare. În alte puncte ale Atlanticului de sud, la aceeași adîncime, temperatura este de 1°C. În Atlanticul de nord, la 5 000 m adîncime, se observă temperaturi mai mari de 2°C. Temperaturile mai joase din Atlanticul de sud se explică prin libera comunicație a fundului său (sub 4 000 m) cu Oceanul Austral, pînă în mările Antarctice, pe cînd în Atlanticul de nord, comunicația este

[1] Curbe care unesc punctele de aceeași temperatură în adîncime.

întretăiată cu Oceanul Arctic la 600 m adîncime, prin pragul submarin dintre Groenlanda, Islanda și insulele britanice.

2. *Temperatura apelor de adîncime din Oceanul Pacific*

Ca și în Atlantic, la 200 m adîncime temperaturile sînt mai ridicate sub tropice decît sub ecuator. În Pacificul de nord, la această adîncime, pe latitudinea de 20° temperatura este mai mare de 20°C, atingînd în unele locuri chiar 23°C. În Pacificul de sud, pe latitudinea de 15°, în vecinătatea arhipelagului Samoa, temperatura depășește 21°C. Între aceste două zone de temperaturi ridicate se întinde o fîșie strîmtă, situată între 5° și 8° latitudine nordică, unde, la 200 m, temperatura este mai joasă de 11°C, datorită curentului Cromwell.

Acest contrast între temperaturile tropicale și cele ecuatoriale la 200 m adîncime se observă mai ales în partea occidentală a Oceanului Pacific.

Și mai evidentă este această diferență de temperatură în regiunea celor două mări pe care le separă istmul Panama. În Marea Antilelor și în golful Panama temperaturile variază foarte mult în adîncime (pînă la 500 m). Pe cînd de la suprafață și pînă la 75 m adîncime coborîrea temperaturii nu este decît de 1° la larg de localitatea Colon, ea este de 12° la larg de localitatea Panama.

De asemenea, un contrast pronunțat există și între apele de suprafață ale coastelor Japoniei și acelea ale Californiei, pe aceeași latitudine, contrast care se manifestă și în adîncime (pînă la cel puțin 600 m).

Apele foarte adînci ale Pacificului sînt în medie mult mai reci decît ale Oceanului Atlantic.

Pe de altă parte, observații recente arată că un curent rece de adîncime cu originea în Marea Ohoțk își face simțită influența pînă în vecinătatea ecuatorului.

În bazinele izolate din lungul coastelor Americii, Asiei și Australiei, temperatura fundului este mai mare de 2°C (peste 3°C în Arhipelagul Malayez).

În unul din aceste bazine, în groapa Mindanao, din depresiunea Filipinelor, nava daneză *Galateea* a executat

o serie de sondaje pînă la adîncimea maximă de 10 540 m, măsurînd și temperaturile la diferite adîncimi. Astfel a găsit că temperatura de la suprafață (29,40°C) a scăzut treptat cu adîncimea, atingînd 28,10°C la o sută metri adîncime, 7,12°C la 500 metri și +4,22°C la 1 000 m. Continuînd să scadă, ea a atins la 3 500 m adîncime, o valoare de 1,57°C. Începînd de aici și pînă la fund temperatura a crescut regulat, conform cu legea de compresiune adiabatică. Pe fund[1] s-a înregistrat valoarea de 5,6°C.

Nava *Galateea* cercetînd gropile Tonga și Kermandek din Pacific a găsit temperaturi mult inferioare față de groapa Mindanao (1,74°C la adîncimea de 9 318 m în groapa Tonga și 1,68°C la adîncimea de 8 845 m în groapa Kermandek).

3. *Temperatura apelor de adîncime din Oceanul Indian*

Și în Oceanul Indian temperatura apei la adîncimi cuprinse între 200 m și 1 000 m este mai ridicată în vecinătatea tropicelor ; la ecuator, la 400 m adîncime, temperatura este de 10°C. Pe măsură ce ne îndepărtăm de ecuator către nord sau spre sud, temperatura crește. La tropicul Capricornului, între Madagascar și Australia, la 400 m adîncime, temperatura este de 15°C.

La aceeași adîncime, la sud de bancul de la Capul Acelor, temperatura este de 14°C iar la 1 000 m adîncime e de peste 5°C. Pe fund, în această regiune, ca și în sudul Oceanului Indian, la aceeași latitudine, temperatura nu este mai mică de +1°C, iar pe fundul părții tropicale a acestui ocean este cuprinsă între +1°C și +2°C.

4. *Temperatura apelor de adîncime din mările secundare*

Mările polare. Bazinul polar arctic prezintă în adîncime condiții de temperatură apropiate de acelea ale unei mări interioare. La suprafață, temperatura este de —1°C. Între

[1] În apropierea fundului oceanului se observă o ușoară încălzire care se datorește transmisiei căldurii interne a globului.

100 m și 300 m adîncime ea crește repede. Aici se observă o temperatură de peste +1°C, care apoi se micșorează. Începînd de la 1 000 m, temperatura scade sub 0°C, pentru a atinge din nou —1°C la 3 000 m adîncime. Prin urmare, între două straturi de apă rece, unul de suprafață și altul de adîncime, se află un strat de apă caldă. Temperaturile mai mari de 0°C ale stratului intermediar se datoresc aportului de apă caldă adusă de Curentul Golfului care, pătrunzînd peste pragul Thompson, se lasă spre fund, din cauza salinității sale mai mari.

În Oceanul Austral, temperatura la suprafață este de —1°C și scade treptat, atingînd valoarea de —1,6°C, la aproape 100 m adîncime, de unde începe apoi să crească sistematic pînă la adîncimea de 1 000 m, înregistrîndu-se aici cea mai ridicată valoare (+1,6°C). Pînă la fund, temperatura scade din nou, fără a depăși —0,4°C.

La nord de cercul antarctic, la 100 m adîncime se observă un strat de apă rece cuprins între două straturi de apă mai caldă. Anomalia provine de la încălzirea apelor de suprafață.

Mările interioare. O excepție, dar numai aparentă, de la legile generale ale variației temperaturii cu adîncimea, se manifestă în mările sau în bazinele interioare, precum și în mările parțial închise. În aceste mări separate de ocean printr-un prag, temperatura rămîne constantă, de la adîncimea pragului și pînă la fund, dacă temperatura oceanului la înălțimea pragului este egală sau inferioară temperaturii minime observate la suprafața bazinului.

Dacă însă temperatura oceanului la nivelul pragului este superioară temperaturii minime observate la suprafața bazinului, atunci temperatura apelor din bazin va scădea în mod normal pînă la fund ; aici se va apropia de temperatura minimă observată la suprafață.

În Marea Sulu, între Borneo și Filipine, temperatura se menține constantă (10,2°C) începînd de la adîncimea de 700 m și pînă la 4 000 m spre deosebire de Pacific, unde la aceeași adîncime (4 000 m) temperatura are valoarea de aproape 2°C.

În Marea Mediterană, straturile adînci oferă oceanografilor un exemplu de homotermie (temperatura constantă începînd de la o oarecare adîncime și pînă la fund).

Adîncimea de la care temperatura rămîne constantă (13°C) este cam de 300 m.

Între suprafață și această adîncime se produc în cursul anului variații termice a căror amplitudine poate depăși la suprafață valori de 10°C. Vara, temperatura apelor la suprafață este de 22°C. Ea scade treptat pînă la 300 m, unde măsoară doar 13°C ; această temperatură se menține pînă la fund. Iarna, temperatura la suprafață fiind de 13°C, va exista o homotermie aproape completă, în toată adîncimea mării.

De altfel, adîncimea de la care temperatura rămîne constantă nu este peste tot de 300 m ; ea este de 200 m în bazinul occidental și de 400 m în bazinul oriental al Mediteranei. Nici homotermia nu este peste tot aceeași. În bazinul Balearelor este de 12,8°C, în Marea Tireniană de 13,2°C, în Marea Ionică de 13,5°C, iar în Marea Mediterană orientală de 13,7°C.

Fenomenul acesta de păstrare a temperaturii constante de la 300 m adîncime pînă la fundul mării se explică prin faptul că Marea Mediterană comunică cu Oceanul Atlantic prin strîmtoarea Gibraltar, pe fundul căreia se găsește un prag situat la o adîncime de 350 m. Temperatura de la suprafața Mării Mediterane este în general superioară aceleia din Oceanul Atlantic, de la aceeași latitudine. De la suprafață și pînă la nivelul orizontal al pragului de la Gibraltar, temperatura scade la ambele părți ale pragului. La această adîncime însă, temperatura apelor Atlanticului este de 12,7°C, așa că apele care trec pragul în Mediterana au tocmai această temperatură (apele mai reci sînt oprite de bariera stîncoasă).

Temperatura pragului este determinată de apele mai calde ale Mediteranei, care, datorită unor curenți de adîncime din strîmtoare, se răspîndesc pînă destul de departe în ocean. În acest fel apa caldă a Mediteranei nu este influențată de apa rece a Atlanticului, fapt care contribuie la climatul dulce al coastelor acestei mări.

Marea Neagră prezintă unele caracteristici specifice în ce privește repartiția temperaturii în adîncime.

Cercetările întreprinse aici începînd din anul 1890 au condus la o explorare integrală a bazinului acestei mări. Ea a fost de fapt realizată între anii 1923—1926 cînd au

fost parcurse cca 950 de mile, executîndu-se 8 259 de observații și cca 1 950 de analize chimice.

Aceste cercetări au permis să se tragă concluzia că distribuția temperaturii în straturile superioare ale Mării Negre pînă la adîncimea de 300 m este mult diferită la sfîrșitul iernii față de perioada de la sfîrșitul verii. Astfel în luna martie se pot găsi la suprafață temperaturi puțin peste 6,5°C. O dată cu creșterea adîncimii, crește regulat și temperatura pînă la fund (2 000 m) unde atinge 8,95°C sau în unele părți chiar 9,12°C.

Vara, scăderea temperaturii pe verticală în straturile superioare, pînă la 200 m, are cu totul o altă înfățișare. La suprafață, temperatura poate să atingă chiar 25°C și rămîne constantă pînă la adîncimea de 15—20 m. Mai spre adînc, temperatura scade foarte repede ; la 25 m atinge 15°C iar între 50 și 100 m coboară pînă la 8,5°C. Începînd de la această adîncime, temperatura crește încet pînă la fund. În timpul verii cea mai joasă temperatură se găsește între 50 și 100 m (în mijlocul mării).

Distribuția verticală a temperaturilor este mai complicată în vecinătatea coastelor, unde din cauza micilor adîncimi este modificată de schimbările care se produc în direcția vîntului. În largul mării la adîncimi mari, această distribuție nu se face deloc, deoarece apele grele de la fund, de proveniență mediteraneană, cu temperatură și salinitate mare, nu se pot ridica și deci nu se poate realiza un schimb de ape între suprafață și adîncime. Prin urmare, în larg, temperatura apelor adînci nu se modifică ; variația anuală de temperatură în acest caz nu se produce decît în stratul de apă de la suprafață, adînc de 50 de metri.

Marea Baltică reprezintă tipul mărilor continentale reci. Aici, la adîncimea de 50 de metri, temperatura crește, ca și în bazinul polar, din cauza rămînerii pe fund a apelor Atlanticului, mai sărate și mai calde, pătrunse prin strîmtori din Marea Nordului. Există o analogie între această mare și lacurile adînci cu apă dulce, a căror temperatură la fund este +4°C, corespunzînd celei mai mari densități a apei dulci ; și pe fundul Mării Baltice, temperatura rămîne constantă (+4°C).

Marea Roșie este cu puțin mai adîncă de 2 000 m. Ea comunică cu Oceanul Indian prin strîmtoarea Bab-el-Mandeb, al cărei prag are 200 m adîncime. Temperatura acestei mări[1] este staționară (aproape 22°C, începînd de la adîncimea de 300 m) și coincide cu temperatura de la suprafața mării, din partea ei nordică, măsurată în luna ianuarie (exceptînd golful Suez).

În luna iulie 1963 un batiscaf francez a stat 20 de zile sub apa Mării Roșii, la adîncimea de 25 m, înregistrînd temperaturi de 33°—35°, în timp ce pe uscat temperatura atingea 45 de grade la umbră.

Marea Japoniei este o mare interioară aproape complet închisă (nu comunică cu exteriorul decît prin patru strîmtori puțin adînci, dintre care cea mai adîncă, strîmtoarea Țușima, are abia 167 m adîncime). Cea mai mare adîncime a acestei mări este de 3 000 m. Marea Japoniei prezintă o anomalie față de celelalte mări despărțite de ocean prin praguri. Astfel, în strîmtoarea Țușima, temperatura de la fund (167 m) este de 15°C. Dacă nu ar fi decît această comunicație a Mării Japoniei cu Oceanul Pacific prin Marea Chinei, temperatura de 15°C ar trebui să se păstreze pînă la fundul mării. Și totuși, lucrurile nu se petrec așa. Partea de nord a acestei mări este supusă unui climat foarte aspru, astfel că temperatura apei de suprafață în luna ianuarie atinge punctul de îngheț. În partea centrală, temperatura mării la 200 m adîncime este sub 1°C, coborînd spre fund, unde atinge valoarea de 0,1°C. Marea prezintă în timpul verii cele mai mari variații de temperatură. Între suprafață și adîncimile de 20 m și 50 m, gradientul vertical atinge 15°C și 20°C, fiind cel mai mare gradient întîlnit la aceste adîncimi.

Marea Chinei de sud este o mare închisă între continentul Asiei și numeroasele insule ale Indoneziei și Filipinelor. Ca toate mările marginale, ea păstrează pînă la fund aceeași temperatură de 2,3°C a pragului despărțitor de ocean (aflat la 2 000 m adîncime).

1 Temperatura Oceanului Indian (27°C, la adîncimea strîmtorii Bab-el-Mandeb) nu influențează asupra temperaturii apelor adînci ale Mării Roșii.

II. DENSITATEA APEI DE MARE

A. METODE ŞI INSTRUMENTE

Ca şi temperatura, densitatea este o importantă caracteristică a apei de mare. Ea nu se poate măsura direct, ci numai prin analiza unei probe de apă din stratul respectiv. În acest scop, pentru determinarea densităţii apei de suprafaţă este suficientă întrebuinţarea unui ghiordel. Pentru colectarea apei din adîncime, însă sînt necesare aparate speciale (butelii de apă). Aceste aparate trebuie să se umple cu apă la adîncimea dorită, să se închidă ermetic după ce s-au umplut şi să fie ridicate apoi la suprafaţă, fără ca conţinutul lor să se amestece cu apa din straturile prin care trece.

Pînă în prezent s-au realizat multe tipuri de butelii colectoare pentru probe de apă de mare. Butelia Pettersson-Nansen, destul de cunoscută, este izolată cu ajutorul unui cilindru dublu şi care conţine apă de mare. Capacul şi fundul buteliei sînt mobile. Ele sînt îndepărtate de cilindru în timpul coborîrii în apă ; o declanşare cu arc comandată de un mesager trimis pe saulă, închide cilindrul la ambele capete, atunci cînd butelia a atins adîncimea dorită. Această butelie cîntăreşte 16 kg. Capacul ei este prevăzut cu un termometru, pe care se citeşte temperatura cînd butelia ajunge la suprafaţă. În literatura de specialitate se menţionează că un asemenea tip de aparat se poate întrebuinţa pînă la 3 000 m adîncime, cu condiţia ca butelia să fie adusă la suprafaţă cu viteza de 150 m pe minut.

Deoarece apa de mare nu se poate conserva prea mult timp, se iau măsuri pentru păstrarea probelor în recipiente de sticlă astupate cu dopuri parafinate. Înmulţirea foarte rapidă a microorganismelor de plancton în suspensie modifică conţinutul de gaze, reduce sărurile nutritive sau alterează mediul colectat. În multe cazuri este esenţial să se facă analizele îndată după colectarea apei, ceea ce impune organizarea unui laborator special la bordul navei.

După cum se ştie, densitatea apei de mare, mai ridicată decît a apei dulci, se datorează salinităţii.

Variaţii foarte mici de densitate sînt de o mare importanţă în circulaţia generală a apelor din oceane. Dacă se

cunosc densitățile unei serii de probe de apă de suprafață, recoltate în timpul unei traversade și dacă se cunoaște exact punctul de unde a fost luată fiecare probă de apă, precum și temperatura sa, atunci se poate obține relieful suprafeței apei pe drumul urmat de navă.

Se știe că înălțimea la care se ridică un lichid într-una din ramurile unui vas comunicant depinde de densitatea sa ; dacă lichidul are o densitate mai mică, el urcă mai sus, și invers. Apele mai grele, adică mai dense, vor avea un nivel inferior față de apele mai ușoare. Ca urmare, se naște un curent care va circula de la apele mai ușoare, cu nivel mai ridicat, către apele mai grele, cu nivelul mai coborît. Astfel se explică curgerea generală a apelor oceanice de suprafață de la coaste (unde ele au devenit mai ușoare prin amestecul cu apele dulci fluviale) spre centrul oceanelor (unde evaporarea produce concentrarea lor). Tot așa apele Mării Negre, cu o densitate mai mică, se scurg la suprafață prin strîmtori spre Marea Mediterană care are densitatea mai mare.

În oceanografie se consideră două feluri de densități :

1. densitatea așa-zisă *in situ* — densitatea la temperatura și la presiunea pe care apa o are în masa oceanică ;

2. densitatea normală sau la zero — greutatea unității de volum a probei de apă la temperatura de 0°C.

Deoarece greutatea centimetrului cub de apă distilată la 0°C este aproape 1 gram, partea zecimală a numărului prin care se exprimă densitatea normală reprezintă greutatea tuturor materialelor saline din acest volum. Spre exemplu, dacă densitatea normală a unei probe de apă este 1,02935, atunci într-un centimetru cub al acestei ape la 0°C se vor afla 0,02935 grame de diferite săruri.

Măsurarea densității apei de mare se face cu *picnometrul*, în felul următor :

Se determină cu precizie greutatea unui anumit volum de apă de mare la temperatura t, după care se compară cu greutatea unui volum egal de apă distilată, la temperatura de +4°C sau de 0°C (0,99987).

Metoda picnometrului constă în determinarea greutății apei de mare la 0°C și în împărțirea valorii găsite la greutatea unui volum egal de apă distilată la +4°C.

Picnometrele întrebuințate de institutele de oceanografie au o capacitate care variază de la 30 la 150 cm^3.

Metoda picnometrului — descrisă în toate tratatele de fizică — este complicată, însă asigură o mare precizie în determinarea densității apei de mare. Inconvenientul ei este că nu se poate întrebuința la bordul navelor, unde trebuie să se folosească alte instrumente și metode mai expeditive.

Măsurarea densității apei de mare cu *areometrul* se poate face chiar la bord, fiind cea mai simplă, dar și cea mai puțin exactă dintre metodele de determinare practică a densității apei de mare.

Areometrul este un flotor cilindric de sticlă, lestat cu plumb sau cu mercur, de greutate cunoscută. Din corpul cilindric al instrumentului iese o tijă cu un diametru mai mic, gradată în unități de volum pe care se citește valoarea volumului imers.

Cunoscînd greutatea și volumul, se determină densitatea apei la o anumită temperatură.

Neajunsurile metodei sînt legate de faptul că fenomenul capilarității îngreunează citirea valorii pe tubul gradat și că operația necesită un mare volum de apă (circa 1 litru). Din acest motiv, areometrul este folosit numai pentru determinarea densității apei de suprafață.

Pentru a se elimina inconvenientele, a fost elaborată metoda *indicelui de refracție.*

Măsurarea densității apei de mare cu *refractometrul* se bazează pe refracție, adică pe devierea razelor de lumină la trecerea lor dintr-un mediu mai puțin dens într-altul mai dens, spre exemplu, din aer în apă. Indicele de refracție (raportul dintre sinusul unghiului de incidență în aer și sinusul unghiului de refracție în apă) este o constantă pentru fiecare lichid. Indicele de refracție al apei distilate este 1,333.

Pe acest principiu se bazează construcția refractometrelor. Cu ajutorul unei prizme care are în interior apă de mare se determină indicele de refracție al ei și prin urmare i se află densitatea. Operația necesită o mică cantitate de lichid (10 cm^3), iar precizia obținută la măsurarea densității este comparabilă cu aceea dată de cele mai bune areometre.

Variația densității apei de mare cu temperatura prezintă o mare importanță.

Apa de mare, care are densitatea de 1,0270 la temperatura de 0°C, va avea la 10°C o densitate de 1,02588, iar la 30°C — o densitate de 1,02070. Densitatea cea mai mare se realizează la temperatura de — 3,5°C pentru o valoare a salinității de 35‰.

Ca și apa dulce, apa de mare prezintă un maximum de densitate. În timp ce apa dulce are cea mai mare densitate la +4°C, apa de mare are densitatea maximă la o temperatură mai mică de 0°C.

Pentru apele cu densitate medie, temperatura maximului de densitate nu poate fi atinsă, deoarce apa îngheață mai înainte de a căpăta densitatea maximă. Cu alte cuvinte, volumul apei de mare în stare lichidă crește continuu, pe măsură ce temperatura se ridică. În oceane, apa de mare devine deci din ce în ce mai grea, pe măsură ce temperatura sa scade coborînd spre punctul de îngheț. Din acest motiv se pot găsi pe fundul oceanelor temperaturi care se apropie de punctul de îngheț, cum este cazul în mările polare. Apele din cele mai mari adîncimi ale oceanelor au temperaturi sub +4°C.

Densitatea apei de mare poate fi modificată de materiile vii sau moarte aflate în suspensie. Printre materiile vii se consideră în primul rînd planctonul, care nu influențează în mod categoric densitatea, deoarece densitatea sa se apropie de aceea a apei de mare.

Pulberea minerală, sub formă de grăunți, poate avea o densitate mai mare de 3. Acești grăunți cad foarte încet, din cauza rezistenței pe care o opune apa, și în felul acesta ei contribuie la mărirea densității mediului în care se găsesc.

Un alt factor care influențează considerabil asupra densității apei de mare în regiunile adînci ale oceanelor este presiunea. Suprafața mărilor suportă presiunea atmosferică (în medie 1 033 kg pe cm^2), la care se adaugă greutatea straturilor de apă superioare. Astfel, în apă dulce, presupunînd lichidul incompresibil, presiunea crește cu o atmosferă pentru fiecare 10,33 m adîncime. În apa de mare, presiunea crește cu o atmosferă la o imersiune mai mică (10,051 m, pentru salinitatea medie de 35 g/kg).

De aici rezultă că în marile adîncuri presiunea trebuie să fie considerabilă. La adîncimea de 10 000 m care a fost atinsă şi chiar depăşită astăzi prin sondaje, presiunea trece de 1 000 de atmosfere. Datorită acestei apăsări enorme, se produce o compresiune moleculară, care are ca efect mărirea densităţii apei de mare şi bineînţeles micşorarea volumului ei. Coeficientul de compresibilitate (fracţiunea de volum cu care aceasta se reduce sub presiunea unei atmosfere, la temperatura de 0°C) este de 0,0000485.

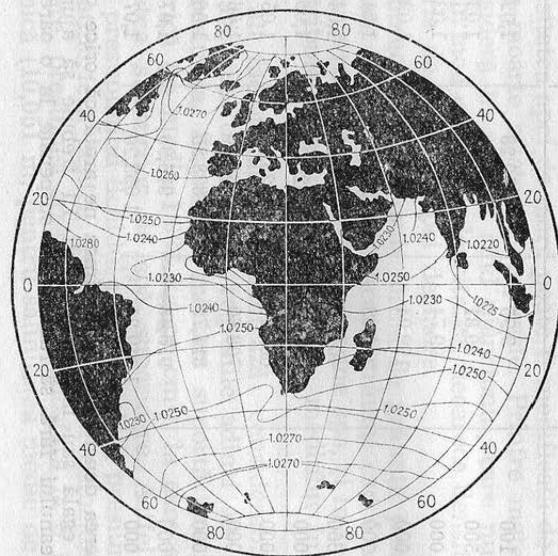
La o adîncime de 5 000 metri, unde presiunea este de aproape 500 atm, greutatea unui litru de apă creşte cu aproape 23 g. La adîncimea de 10 000 metri, un litru de apă îşi măreşte greutatea cu 50 g[1].

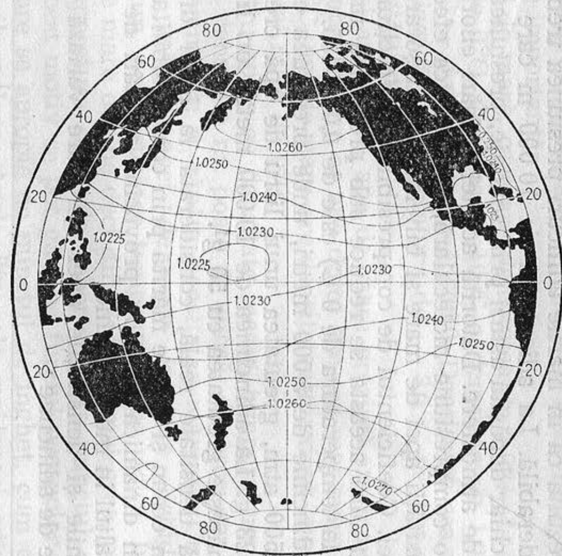
Această densitate reală, considerată la locul unde se găseşte în ocean şi care e mărită prin compresibilitate, intervine în dinamica mărilor, provocînd mişcări de la un punct la altul în mediul lichid.

Presiunile şi densităţile apei de mare variază astfel, în funcţie de adîncime :

Adîncimea în metri	Presiunea în atmosfere	Presiunea în kg/cm²	Densitatea
100	9,95	10,28	1,02856
500	49,81	51,45	1,03041
1 000	99,74	103,06	1,03274
2 000	199,94	206,60	1,03747
3 000	300,63	310,65	1,04222
4 000	401,90	415,29	1,04704
5 000	503,48	520,25	1,05195
6 000	605,70	625,88	1,05694
7 000	708,60	732,20	1,06196
8 000	811,75	838,80	1,06713
9 000	915,45	945,95	1,07233
10 000	1 019,25	1 053,20	1,07758

1 Creşterea densităţii cu adîncimea ne arată că orice corp cu densitatea egală sau mai mare decît 1,1 trebuie să ajungă la fundul oceanului fără să rămînă în suspensie la o oarecare adîncime.





Harta izopicnelor oceanelor

Studiul densității apei de mare și al variațiilor sale este important pentru navigație. Dacă un corp care dislocă 1 000 kg apă dulce, deci care are flotabilitatea de 1 000 kg, este introdus în apă de mare cu densitatea de 1 028, atunci flotabilitatea lui crește pînă la 1 028 kg ; o navă care în apă dulce ar pluti cu o încărcătură de 1 000 tone, în apa de mare ar putea, în aceleași condiții de flotabilitate, să suporte 1 028 tone, deci ar putea să ducă o supraîncărcătură de 28 tone, ceea ce este important. Așa se explică și faptul că navele care ies din Dunăre complet încărcate pot să mai adauge încărcătură în Marea Neagră și să se supraîncarce în Marea Mediterană, exact cu diferența care rezultă din densitatea apei în cele trei regiuni amintite.

Din punctul de vedere al flotabilității submarinelor în imersiune, studiul variațiilor densității apei de mare are o importanță enormă. O diferență de o miime în densitatea apei de mare poate să producă asupra unui submarin de 1 000 de tone o variație de flotabilitate de 1 000 kg.

B. REPARTIȚIA DENSITĂȚII LA SUPRAFAȚA APELOR

La suprafața oceanelor, în larg, densitatea variază între limitele : 1,02 și 1,03.

Cele mai mari densități se găsesc în mările polare și în vecinătatea lor (1,027 și 1,028, iarna). Spre ecuator, densitatea scade pînă la circa 1,023 în Atlantic și pînă la 1,022 în Pacific.

În această distribuție regulată a izopicnelor, variațiile salinității provoacă totuși unele anomalii locale. Unele din aceste anomalii se produc în Atlantic în apropierea golfului Sf. Laurențiu, unde densitatea scade în medie la 1,023 ; în vecinătatea gurii fluviului Amazon, unde densitatea ajunge chiar pînă la 1,015 ; în vecinătatea coastelor fluviului La Plata, unde se constată densitatea de 1 020 ; pe țărmurile Africii, în fundul golfului Guineei, unde densitatea este de sub 1,015.

În Oceanul Pacific se observă o anomalie importantă în golful Panama, unde, ca și în golful Guineei, efectul temperaturii și scăderea simțitoare a salinității fac ca

densitatea să fie de sub 1,018. Densitatea este de asemenea coborîtă în Marea Galbenă și în golful Iaodun. În tot lungul coastei asiatice, din Coreea și pînă la strîmtoarea Malacca, densitatea apei de mare este de sub 1,021.

În Oceanul Indian, golful Bengal prezintă o anomalie importantă : densitatea este mai mică de 1,022 și coboară pînă la 1,018 aproape de gura Gangelui și a fluviului Irawadi.

Mările închise prezintă adesea diferențe foarte mari de salinitate și de densitate față de largul oceanelor. Se întîmplă însă ca temperatura mai ridicată să compenseze salinitatea mai mare. Așa este cazul cu Mediterana europeană în timpul verii, unde cu toate că salinitatea este mai ridicată decît în Atlantic, totuși densitatea este aproape egală cu cea din ocean.

Nu același lucru se constată în Marea Roșie. Aici, cu toate că temperatura este foarte ridicată, densitatea trece de 1,028 (în partea de nord).

În golful Persic, densitatea atinge 1,025, o valoare superioară aceleia a apelor din golful Oman.

În Marea Baltică, apele fiind aproape dulci, densitatea scade în luna august la 1,004, în timp ce în aceeași perioadă în Marea Nordului este de 1,026.

Variația anuală a densității în largul oceanelor se datorește variației anuale de temperatură și variației anuale a salinității și, prin aceasta, variației anuale a debitului fluviilor. Astfel, în Atlantic, variația anuală este de 0,0015 în regiunile tropicale și temperate, trece de 0,0050 în fundul golfului Guineei și în Rio de La Plata și atinge 0,0100 în apropierea gurii Amazonului.

C. VARIAȚIA DENSITĂȚII ÎN ADÎNCIME

În adîncime, densitatea apei de mare *in situ* crește în mod regulat, nu numai din cauza scăderii temperaturii, dar mai cu seamă datorită compresibilității apei.

Repartiția densității de la un punct la altul poate să fie foarte diferită la suprafață și în adîncime. Spre exemplu,

în Atlantic, la 400 m adîncime, hărțile indică un minimum (relativ) de densitate sub tropice (1,027), în timp ce în regiunea ecuatorială densitatea este de 1,0272, iar în regiunile polare mai mult de 1,0275.

Repartiția densității are o influență importantă asupra circulației marine și în adîncime.

Diferența de densitate influențează și asupra nivelului mărilor, determinînd formarea curenților marini. Astfel, diferența de nivel de 2 metri dintre apele polare și cele ecuatoriale se datorește inegalității densității lor.

Comparația mersului izohalinelor[1] și al izopicnelor Mării Negre arată că aceste curbe sînt aproape paralele. La adîncimile de 150 și 200 m densitatea straturilor atinge 1,01650—1,01678, adică valori care nu pot fi observate niciodată la suprafață. Din această cauză, în larg curenții de convecție nu pot coborî în adîncime mai jos de 200 m. Cu totul alta este situația în apropierea coastelor, unde circulația verticală este influențată de o cauză dinamică : vînturile care, suflînd din larg, obligă apa de la suprafață să coboare spre adînc ; vînturile care bat dinspre uscat împing un strat superficial de apă spre larg și obligă astfel straturile adînci să se ridice la suprafață. Aceasta explică curbura izotermobatelor, care indică o coborîre mai înceată a temperaturii în adîncime lîngă coastă. Curenții de convecție nu ating în general o adîncime mai mare de 150 m (la coastă ajung totuși pînă la 220 m).

III. TRANSPARENȚA ȘI CULOAREA APEI DE MARE

A. TRANSPARENȚA

Transparența apei de mare și pătrunderea luminii în mare joacă un rol foarte important pentru viețuitoarele din acest mediu.

Anumite mări tropicale sau subtropicale — ca : Marea Antilelor, Marea Mediterană și Marea Roșie — sînt renumite pentru limpezimea lor.

1 Curbe de egală salinitate.

Transparența apei de mare depinde în primul rînd de limpezimea ei, adică de cantitatea materiilor pe care le are în suspensie ; aceste materii provin atît din sedimentele fine aduse de apele curgătoare sau răscolite din fund de valuri, cît și din descompunerea substanțelor organice. Însăși prezența organismelor microscopice vii influențează coloritul apei de mare.

Transparența apei de mare crește în general cu salinitatea și cu temperatura apei ; se știe că materiile în suspensie se depun mai repede în apa caldă decît în cea rece, de unde rezultă că apele polare sînt mai puțin transparente decît cele ecuatoriale.

Faptul că apa de mare se limpezește repede chiar în apropierea coastelor, unde ea este tulburată de sedimentele fluviale sau de mișcarea valurilor pe timp furtunos, se datorește numai acțiunii salinității. S-a determinat experimental că apa de mare tulburată depune toate materiile ce le are în suspensie în timp de 30 de minute, pe cînd apa dulce tulburată nu se limpezește complet decît în 30 de luni.

Oricît de limpede ar fi însă apa de mare, totuși ea nu este un mediu optic pur și deci nu poate fi pătrunsă decît în parte de razele luminoase celelalte fiind absorbite proporțional cu adîncimea lichidului. La o anumită distanță de suprafață, razele de lumină sînt absorbite complet (transparența nu este aceeași pentru diferitele lungimi de undă).

Sub o adîncime de cîțiva metri apa este opacă tuturor formelor de radiații electromagnetice. Lungimile de undă întrebuințate în telegrafia fără fir și în radar nu pot pătrunde în apa de mare din cauza conductibilității sale electrice.

Razele infraroșii sînt absorbite foarte repede. Razele solare ultraviolete nu pot pătrunde în mare mai mult de cîteva zeci de metri. Această penetrație variază de altfel de la un loc la altul, tot așa cum variază și transparența pentru radiațiile vizibile.

În cursul expediției navei suedeze *Albatros* (1947—1949) s-a măsurat cu un fotometru fotoelectric lumina care pătrunde în apele cele mai transparente, adică în cele ale Mării Sargaselor, și s-au găsit radiații albastre

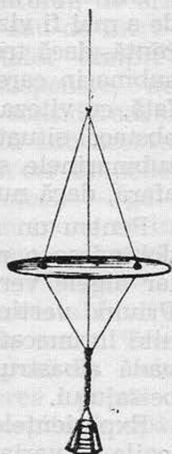
la 220 m adîncime. Începînd de la 500 m nu mai pătrunde nimic. Impresionarea plăcilor fotografice, la adîncimi mai mari, se datorește luminescenței organismelor marine.

De cîțiva ani oceanografii au pus la punct aparate automate, care suportă presiunea marilor adîncimi și sînt înzestrate cu sursă de energie și de lumină proprie. Fotografiile acestor aparate au adus o contribuție importantă la cunoașterea structurii fundului submarin și a vieții acvatice din adîncurile mărilor.

Există un mijloc nou, imaginat în 1965 în Franța, pentru a obține fotografii precise ale fundului submarin, întrebuințînd un emițător complex de ultrasunete dirijate oblic spre fund. Un asemenea dragaj de ultrasunete permite să se recepționeze ecourile retransmise de diferitele asperități ale fundului. Imaginile înregistrate pe o bandă de hîrtie sînt foarte precise.

Pentru determinarea gradului de transparență a apei de mare se întrebuințează un disc alb cu diametrul de 30 cm, care se scufundă în mare ; transparența este indicată de adîncimea de la care discul nu mai este vizibil. Acest instrument, care are în partea de jos o greutate, este susținut prin trei fire, legate de o sondă gradată în metri. Discul se scufundă în mare, ziua, pe timp liniștit și se lasă să intre în apă pînă cînd încetează de a mai fi vizibil. Observarea discului se face cu o lunetă specială. Lungimea saulei filate arată transparența.

Se constată că în Marea Sargaselor, la mijlocul Atlanticului de nord, discul încetează de a mai fi văzut la adîncimea de 67 de metri. În Mediterana de vest, apa este transparentă pînă la adîncimea de 45 m, iar în cea de est, pînă la 60 de metri. În Pacific, apa este transparentă pînă la adîncimea de 40—45 m ; în Marea Japoniei pînă la 30 de metri adîncime. Dacă în partea centrală a Mării Nordului discul este vizibil pe timpul verii pînă la 15 m, în regiunea coastelor, vizibilitatea abia atinge 5 m adîncime și uneori chiar


Discul Secchi

numai 1 metru. În Marea Neagră, maxima de vizibilitate este de 30 de metri.

Cercetări întreprinse de Stațiunea oceanografică de la Constanța în regiunea apelor marine dintre Sulina și Portița pînă la meridianul de 30°E au stabilit că transparența apei este foarte redusă, valoarea tuturor măsurătorilor făcute fiind sub 3,50 m. Pînă la 8 mile pe paralela Sulinei transparența a fost 0,40 m. Cea mai mare transparență semnalată a fost de 12,25 m în extremitatea sud-estică a zonei.

Schimbînd culoarea discului, s-a constatat că discul alb rămîne vizibil pînă la cea mai mare adîncime, iar discul roșu dispare foarte repede sub apă ; dacă discul alb este vizibil la 20 m, discul galben se vede numai pînă la 17 m, iar discul roșu pînă la 15 m. Prin urmare, apa de mare absoarbe mai mult razele roșii.

Cînd marea este calmă, obiectele se pot vedea în adîncime, chiar de la o înălțime de cîțiva metri, astfel că din avioane se pot descoperi minele ancorate sau submarinele în imersiune.

Transparența poate fi măsurată și cu lumina unei lămpi electrice, de intensitate luminoasă cunoscută, scufundînd-o vertical în apă.

Din experiențele efectuate rezultă că un obiect încetează de a mai fi vizibil, chiar și în apa de mare cea mai transparentă, dacă trece de adîncimea de 50 de metri. Așadar, un submarin care navighează în imersiune aproape de suprafață, cu viteza de 10 noduri, nu poate evita ciocnirea cu un obstacol situat la o depărtare mai mare de 50 m. De aceea submarinele sînt obligate să meargă cu periscopul scos afară, dacă nu dispun de aparate speciale de detecție.

Pentru un scafandru aflat la 30 m adîncime, obiectele dobîndesc o nuanță albăstruie, tonurile roșii apar negre, iar algele verzi sau albastre-verzui apar mai deschise. Privind vertical în sus, el vede un con luminos cu marginile întunecate. Ieșind din apă, scafandrul, obișnuit să vadă albastru, este surprins de coloritul general roșu al peisajului.

Experiențele sînt prea puține pentru a putea cunoaște legile de variație a transparenței în adîncime, legi care par a fi foarte complicate. În largul mării, transparența este

mai slabă în apropiere de suprafaţă din cauza existenţei planctonului. În apele de lîngă coastă, transparenţ ase micşorează cu creşterea adîncimii, din cauza mişcării mării, care agită fundul.

Transparenţa apei de mare este un factor important în operaţiile militare. În timpul primului război mondial pe cînd combaterea submarinelor se baza exclusiv pe observare vizuală din arboradă[1] sau avion, ori pe folosirea unei aparaturi de detecţie primitivă, transparenţa apei de mare era un factor de o foarte mare importanţă. Începînd cu cel de al doilea război mondial însă, aparatele de detecţie au fost perfecţionate aşa de mult, încît transparenţa apei de mare prezintă o importanţă mult mai redusă din punct de vedere militar.

B. CULOAREA

Un strat subţire de apă de mare curată este limpede şi fără culoare, întocmai ca şi apa dulce. Într-un strat mai gros însă, apa mării prezintă diferite nuanţe.

În general, culoarea mării este foarte schimbătoare. Ea depinde de culoarea cerului (albastru, cenuşiu sau cenuşiu închis), de înălţimea soarelui deasupra orizontului, de ora cînd se face observarea, de direcţia valurilor sau de încreţiturile suprafeţei apei, de contrastul obiectelor dimprejur, de materiile minerale sau organice în suspensie, de plancton, de curenţii marini din regiunea considerată şi de structura fundului mării. Marinarii ştiu că sub acelaşi cer nu toate mările au aceeaşi culoare : pe un cer limpede, Mediterana este albastră-azurie ; Canalul Mînecii — galben-verzui ; Marea Baltică — verde. Se poate spune că în regiunile tropicale ale oceanelor domină culoarea albastră, iar în mările polare, cea verde.

De obicei, culoarea mării este albastră, aceasta fiind o consecinţă a proprietăţilor optice ale apei de mare. Trecînd prin apa de mare, lumina este descompusă în cele şapte culori spectrale, întocmai ca la trecerea printr-o prismă. Razele albastre şi violete nu sînt absorbite de apă.

[1] Totalitatea catargelor şi vergelor unei nave.

Ele sînt reflectate și difuzate în toate direcțiile de particulele în suspensie, dînd astfel amintitul colorit albastru.

Culoarea verzuie a apelor din regiunile polare se atribuie influenței materiilor vegetale, animale sau minerale aflate în suspensie aici (în special, diatomee). De altfel, aceeași culoare (verzuie) se observă și în apropierea gurilor fluviilor, pe lîngă coastele plane, în zonele curenților reci, precum și în mări cu țărmurile destul de mari, ca Marea Baltică sau Marea Nordului.

O culoare verde de diferite nuanțe (între albastru-verde închis pînă la verde-smarald deschis) se observă și în apele puțin adînci și limpezi, cu fund de nisip sau cu corali.

Cînd fundul mării este acoperit cu nămol sau cu mușchi, atunci coloritul ei apare verde-măsliniu cu diferite nuanțe.

Sînt cazuri cînd anumite organisme microscopice sînt așa de multe într-o regiune oarecare, încît modifică culoarea generală a mărilor pe spații întinse. De exemplu, în golful Californiei, diatomeele sînt atît de numeroase, încît produc un colorit galben pe toată suprafața golfului ; în unele părți, noctilucile colorează apele în roșu-portocaliu, iar anumite alge microscopice, în roșu închis (cazul Mării Roșii). Amazonul și Congo roșesc Atlanticul pînă la o mare distanță de coastă ; Marea Galbenă datorează culoarea sa apelor galbene ale fluviului Huanho.

În apa limpede și puțin adîncă, un navigator poate să-și dea bine seama de adîncimea și de configurația fundului, după colorit. Așa, de exemplu, în mările cu formațiuni coraligene, culoarea apei verde este de multe ori singurul indiciu pentru conducerea navei.

În Oceanul Atlantic, culoarea albastră închis a apei se constată în special în regiunile tropicelor Cancerului și Capricornului. Mai departe, în regiunea insulelor Azore, Madera și Canare, culoarea albastră a apei devine mai deschisă. De-a lungul coastei Africii, apele prezintă un colorit verde-albăstrui și devin chiar verzi la gurile fluviilor Niger și Congo și la intrarea în strîmtoarea Gibraltarului, din cauza conținutului de materii silicioase și de diatomee.

Oceanul Pacific este caracterizat în general prin ape de un albastru închis, mai cu seamă în regiunile fără curenți,

cu excepția coastelor Americii, unde se întîlnesc ape de diferite nuanțe verzi, datorită prezenței în mare cantitate a diatomeelor.

Ceea ce impresionează mai mult pe navigatori în traversarea Oceanului Indian pe la tropicul Capricornului este claritatea apelor și coloritul lor în albastru azur. Lipsa apelor de scurgere și a curenților face să se mențină nealterat acest albastru minunat. Totuși în partea de nord-vest a Australiei, în regiunea insulelor Sonde, coloritul mării devine verde-albăstrui.

Mările antarctice și mările arctice se caracterizează, în general, prin culoarea verde a apelor lor, datorită abundenței diatomeelor, care preferă apele reci. În strîmtoarea Bering apa este colorată în verde, din cauza erupțiilor vulcanice din insulele Aleutine.

În mările Indoneziei, adeseori se întîlnesc regiuni bogate în alge tropicale, colorate în galben-cafeniu.

Apele golfului Persic sînt verzui, iar fosforescența lor activă din timpul nopții scoate în evidență abundența microplanctonului.

Pe latitudinile mari se pot întîlni zone cu ape reci și totuși albastre (diatomeele lipsesc).

Apele Mării Baltice sînt verzi și puțin transparente.

Apele Mării Nordului, încărcate cu sedimente aluvionale și cu organisme planctonice, răscolite pînă la fund de curenți, sînt tulburi, verzi, gălbui sau cenușiu închis.

Marea Mediterană este caracteristică prin apele sale albastre și limpezi și în regiunea Siciliei prin strălucirea lor orbitoare, fapt atribuit slabei cantități de microplancton și puținelor transporturi de sedimente fluviale. Dacă golful Siriei, Marea Ionică și bazinul oriental de la sud de insulele Creta și Cipru sînt de un albastru întunecat, în schimb bazinul insulelor Baleare și Marea Tireniană sînt albastre deschis, regiunea Gibraltarului este dominată de ape verzi și chiar gălbui iar în regiunea gurii Ronului apele pămîntoase cenușii se răspîndesc printre apele albastre.

Apele Mării Negre, în regiunea gurilor fluviilor din partea sa de nord-vest, pînă foarte departe de coastă, prezintă culori variate, trecînd de la gălbui la cenușiu, apoi la verde-măsliniu și, în fine, la albastru de diferite nuanțe.

IV. FOSFORESCENȚA APEI DE MARE

Fosforescența este proprietatea pe care o au unele corpuri sau ființe vii de a răspîndi lumină în întuneric fără producere de căldură sau combustiune. Fosforescența este mult răspîndită la vegetale și animale.

Printre ființele marine care produc fosforescență sînt unele a căror luminozitate este difuzată în tot corpul; altele au localizată această funcțiune în anumite puncte speciale ale corpului lor.

Protozoarele ocupă de asemenea un loc important printre ființele producătoare de lumină. Între acestea de remarcat este noctiluca. Aceste ființe se reproduc cu o repeziciune de necrezut și dacă condițiile atmosferice sînt favorabile, în cîteva ore toată marea se transformă într-o masă de lumină. Adeseori valurile oceanelor apar luminate feeric din cauza noctilucelor.

Alte ființe care emit lumină de diferite culori, în special în zona tropicală, sînt radiolarele, celenteratele, unele meduze și chiar caracatițele (cefalopode).

O fosforescență a apei se observă și prin simplul fapt al mișcării valurilor, care crește în intensitate la lovirea lor de stînci, de corpul unei nave sau cînd ramele unei bărci în mișcare lovesc apa sau cînd elicea unei nave se învîrtește. În acest caz, în urma navei rămîne o dîră luminoasă ce pare că iese dintr-un cazan uriaș în fierbere.

În apele Mării Negre, ca și în toate mările cu salinitate scăzută, fosforescența este de obicei slabă.

În oceane fenomenele de fosforescență sînt pline de strălucire în apropiere de ecuator și devin mai rare cu creșterea latitudinii. Mult mai intens, mai măreț și de un colorit mai variat apare fenomenul în mările calde tropicale.

În Oceanul Indian, la larg de capul Guardafui, navigatorii au observat adesea un aspect al mării, căreia i s-a dat numele de „marea de lapte“, din cauza asemănării oceanului cu un imens cîmp de zăpadă la lumina lunii, care se întinde pe distanțe chiar și de peste 1 000 de kilometri. Fenomenul se datorește scînteierii viețuitoarelor luminoase și fosforescente.

Marea este de asemenea fosforescentă în porturi și în golfuri închise, cu apa limpede și cu fundul nămolos încărcat cu materii în putrefacție și formînd hrana ființelor fosforescente.

Cercetările oceanografice din timpul A.G.I. au dovedit prin dragajele executate la cele mai mari adîncimi că pe fundul abisal există o faună destul de variată, printre care și specimene cu ochi, ceea ce ne face să credem în existența unei luminozități datorită nu Soarelui, ci anumitor animale, căci într-altfel la ce ar folosi ochii viețuitoarelor pescuite în acele regiuni ?

V. ALTE ÎNSUȘIRI FIZICE ALE APEI DE MARE

Deoarece apa de mare conține în soluție diferite corpuri, *punctul său de îngheț* este sub acela al apei distilate.

În funcție de salinitate temperaturile de îngheț scad după cum se arată în tabela de mai jos :

Salinitate ‰	0	10	20	30	35
Punct de îngheț °C	0°	—0°,5	—1°,1	—1°,6	—1°,9

Punctul de fierbere al apei de mare crește cu salinitatea, ca în tabela de mai jos :

Salinitate ‰	5	10	15	20	25	30	35
Punct de fierbere °C	100°,08	100°,16	100°,23	100°,31	100°,30	100°,47	100°,56

O altă proprietate fizică importantă a apei de mare este *presiunea osmotică.* Dacă se scufundă în apă un recipient umplut cu o soluție salină, închis cu o membrană de pergament, se constată că apa pătrunde prin membrană, determinînd creșterea presiunii din recipient. În tabela de

mai jos se dau presiunile osmotice, în atmosfere, ale apei de mare pentru diferitele grade de salinitate, la temperatura de 0°C.

Salinitate ‰	5	10	15	20	25	30	35	40
Presiunea osmotică (în atm.)	3,2	6,4	9,7	13,0	16,3	19,7	23,1	26,6

Pentru biologia ființelor marine cunoașterea presiunii osmotice prezintă o mare importanță.

Astfel o broască transportată în apa de mare pierde prin osmoză, prin pielea ei, o cantitatea mare de apă și își micșorează simțitor greutatea.

Invers, un pește de mare, transportat repede în apă dulce, se umflă și moare, deoarece în corpul său intră, prin osmoză, o mare cantitate de apă.

Apa de mare se evaporă mai încet decît apa dulce, din cauza salinității ei.

Evaporarea crește cu temperatura și cu activitatea vîntului. Creșterea presiunii atmosferice întîrzie evaporarea, pe cînd scăderea presiunii o accelerează. Saturația aerului deasupra mării nu se ivește decît în regiuni cețoase ca acelea de la Terra-Nova. Zonele de evaporare maximă sînt situate în regiunile tropicale, uscate. Evaporarea activă din Mediterana face ca această mare să fie foarte sărată și să întreacă în unele părți ale ei (între Italia și Africa) salinitatea normală a Atlanticului. Evaporarea apei de la suprafața mărilor este în ultimă analiză cauza principală a difuzării căldurii solare către straturile adînci ale apei prin fenomenul convecției.

Grosimea stratului de apă de mare evaporată într-un an la suprafața tuturor oceanelor este de aproximativ 80 cm.

Evaporarea la suprafața oceanelor este în medie de 2,9 mm (maximum 4 mm pe zi între latitudinile de 10° și minimum 0,3 mm pe zi, la nord și la sud de paralela de 60°).

Ceața pe mare se formează prin scurgerea aerului umed și relativ cald pe deasupra suprafeței reci a mării.

În regiuni întinse ale oceanelor se găsesc curenți reci care favorizează producerea cețurilor. Astfel, partea de est și sud-est a Islandei, Marea Groenlandei, strîmtoarea Davis, partea de est și de sud a insulei Terra-Nova și în special bancurile acestei insule, în lungul coastei Statelor Unite pînă la capul Hatteras, sînt bîntuite de cețuri. Regiunea cea mai bîntuită de ceață se întinde din estul insulei Terra-Nova, peste partea sudică a marilor bancuri, pînă departe spre vest—sud-vest.

Ceața se mai formează deasupra apei reci de fund care se ridică la suprafață. Regiuni cu asemenea ape se găsesc în special pe latitudinile mici ale coastelor vestice ale continentelor unde există vînturile alizee. Așa se întîmplă pe coasta de vest a Africii, din Maroc pînă la gura fluviului Gambia, pe coasta de sud-vest a Africii și pe coasta de vest a Americii de Sud în fața republicilor Chile și Peru. Pe coasta Somaliei în estul Africii, musonul de sud-vest princinuiește ridicarea apei reci la suprafață; fenomenul este însoțit uneori de lăsarea unei ceți dense.

Ceața mărilor litorale și a insulelor învecinate provine de pe continente cu latitudini mijlocii și mari, cînd stratul de aer rece inferior se acoperă cu aer mai cald și umed. Ceață și mai frecventă se semnalează mai mult vara în Marea Nordului.

Mai există o ceață de aer cald, în special în largul oceanelor, care se ivește cînd mase subtropicale de aer se scurg spre poli ; atunci aerul cald se poate răci așa de mult că apare condensarea sub formă de ceață. Aceasta se întîmplă mai ales vara în partea nordică și sudică a Oceanului Atlantic și în partea nordică a Pacificului. Așa se explică numărul mare de zile de ceață — 174 în timpul verii — la intrarea din Atlantic în Canalul Mînecii, față de 90 de zile în timpul iernii, de 76 zile primăvara și 76 zile toamna.

În Marea Neagră ceață frecventă se întîlnește mai ales primăvara.

Cînd marea este tumultuoasă, stratul inferior al aerului de deasupra ei, amestecat cu pulberea de apă suflată de vînt, întunecă vizibilitatea sub formă de ceață uraganică și estompează limita între mare și atmosferă.

Un fenomen de turbulență de praf, provenind de la uscat și care întunecă vederea navigatorilor, se produce pe partea oceanică a Africii de vest, în prelungirea Saharei, pînă la longitudinea de 40 de grade vest și latitudinea de 30 de grade nord. Fenomenul acesta se datorește alizeului de NE și durează din decembrie pînă în martie.

Suprafața liberă a apei de mare se comportă ca o membrană elastică înzestrată cu o anumită *tensiune superficială*. Măsurîndu-se aceasta, prin ridicarea apei de mare în tuburi capilare, s-au obținut următoarele valori.

Salinitate ‰	0	10,1	19,1	27,6	37,0
Tensiune superficială dină/cm	73,6	74,1	74,6	75,0	75,5

Vîscozitatea apei de mare scade repede o dată cu creșterea temperaturii. În regiunile tropicale, unde temperatura variază cu mai mult de 20°C, între suprafață și 1 000 m adîncime, vîscozitatea crește repede cu adîncimea, pe cînd la latitudinile mari, variația de temperatură fiind mică, vîscozitatea este aproape aceeași la suprafață și în adîncime. Vîscozitatea crește cu salinitatea.

Valorile relative ale vîscozității apei de mare sînt date în tabela de mai jos, unde 100 reprezintă vîscozitatea apei distilate la 0°C :

Temperatura °C	Salinitatea ‰							
	0	5	10	15	20	25	30	35
0°	100,0	100,9	101,7	102,5	103,2	103,9	104,5	105,2
10°	73,0	73,8	74,5	75,2	75,8	76,5	77,2	78,5
20°	56,2	56,8	57,4	58,0	58,6	59,3	59,9	61,1
30°	44,9	45,4	46,0	46,5	47,0	47,5	48,0	49,1

Vîscozitatea este importantă nu numai din punctul de vedere al oceanografiei dinamice, ci și din punct de vedere

biologic, pentru că ea reglează în oarecare măsură mișcările animalelor din mare, în special viteza de cădere a organismelor planctonice.

Coeficientul de dilatare al apei de mare depinde de temperatură ; este mai ridicat decît al apei dulci, pentru aceeași temperatură.

A. ÎNSUȘIRI ELECTRICE ALE APEI DE MARE

Apa de mare conține în soluție diferite săruri, care se găsesc în stare de disociație electrolitică, în așa fel încît corpurile dizolvate sînt, în mare parte, separate în *ionii* lor respectivi.

Adăugirea de săruri metalice în apă face ca aceasta să dobîndească o anumită conductibilitate electrică, care se poate măsura (conductibilitatea electrică a apei pure este considerată nulă).

Krümmel a măsurat (cu un alternator și un telefon) conductibilitatea cîtorva probe de apă de mare, la diferite temperaturi. Valorile obținute sînt rezumate în tabela următoare. Conductibilitatea este exprimată în *ohmi reciproci* (inversul unității care exprimă rezistivitatea).

Salinitatea (în ‰)	Temperatura °C			
	0°	10°	20°	30°
5	0,0048	0,0063	0,0079	0,0097
15	0,0135	0,0178	0,0225	0,0273
25	0,0216	0,0283	0,0357	0,0433
35	0,0293	0,0382	0,0482	0,0585

În apa de mare, bătaia undelor electromagnetice nu depășește 500 de metri pentru o lungime de undă în aer de 1 000 m. Pentru o lungime de undă de 1 m, bătaia nu atinge decît cîțiva metri.

Emisiunile cu lungime mare de undă pătrund însă suficient de mult în adîncime pentru a fi folosite în operații militare navale, cum ar fi, de pildă, transmiterea continuă de informații submarinelor aflate în imersiune.

Curentul electric este totdeauna însoțit de un cîmp magnetic care înfășoară conductorul prin care trece curentul.

În jurul Pămîntului există un cîmp magnetic permanent, care acționează asupra acului magnetic al busolei. Cu toate că noi nu percepem direct acest cîmp magnetic totuși dispariția lui ne-ar aduce multe inconveniente. În primul rînd, navigația pe întinsul mărilor și oceanelor ar fi considerabil stingherită, dacă n-ar fi alt mijloc de conducere a navelor.

Cercetări ale magnetismului terestru întreprinse cu magnetometre pînă la adîncimi de 10 000 de metri au condus la descoperirea anomaliilor magnetice. Acestea se atribuie în bună parte prezenței unor meteoriți enormi în stratul de sedimente al fundului oceanic.

B. RADIOACTIVITATEA APEI DE MARE

Apa de mare este radioactivă, însă radioactivitatea sa este foarte slabă, mult inferioară aceleia a sedimentelor care acoperă fundul mărilor. Unele observații făcute în această privință arată că radioactivitatea medie exprimată în grame de radiu variază în anumite regiuni între $0,23.10^{-11}$, $2,64.10^{-11}$ și $5,40.10^{-11}$ grame de radiu la un litru de apă de mare.

În partea de nord a Oceanului Pacific, radioactivitatea apei de mare, exprimată în grame de radiu la litru, variază de la $0,39.10^{-11}$ la $0,77.10^{-11}$. În Oceanul Atlantic de nord, radioactivitatea este mult mai mare, fiind cuprinsă între $4,05.10^{-11}$ și $4,74.10^{-11}$. Radioactivitatea este mai mare în adîncime decît la suprafață și crește cu aproape 1/5 pentru o adîncime de 300 m.

După cel de al doilea război mondial, numeroasele experiențe nucleare făcute în Oceanul Pacific au determinat creșterea radioactivității apei de mare și infectarea faunei.

C. PROPRIETĂȚI ACUSTICE ALE APEI DE MARE

Sunetul se propagă mai repede în apa de mare decît în aer. Primele măsurători precise ale vitezei sunetului în aer s-au efectuat în 1822. Au fost utilizate apoi numeroase procedee, din ce în ce mai perfecționate, al căror rezultat se concentrează în jurul valorii de 331 metri pe secundă în aer uscat la 0°C.

O simplă lovitură cu un ciocan pe un bloc de oțel în apa de mare produce o undă foarte puternică, al cărei ecou venind din fundul oceanului de la 11 000 m adîncime poate să fie înregistrat la suprafața apei. Zgomotul detonării unui cartuș de numai 100 de grame, în apa mării, poate fi înregistrat de microfoane de la mai multe sute de kilometri. Undele sonore puse în vibrație în Oceanul Indian de explozia unei încărcături de 22 kg au fost înregistrate 144 de minute mai tîrziu în insulele Bermude, după ce au parcurs 19 000 km. Sunetul urmează în masa de apă a mării o cale delimitată de diferențele de densitate și temperatură ale apei.

Măsurători ale sunetului în apă s-au efectuat în lacul Geneva în 1827, cînd s-a găsit viteza de 1 435 metri pe secundă la 8°C.

Newton a dat formula fundamentală care permite să se calculeze viteza sunetului V într-un mediu a cărui densitate și compresibilitate se cunoaște :

$V = \sqrt{\frac{1}{\delta \times \mu}}$, în care δ reprezintă densitatea și μ coeficientul de compresibilitate. În acest caz, pentru apa dulce cu densitatea $\delta = 1$, coeficientul μ, la presiunea unei atmosfere și la temperatura de 0°C, fiind egal cu 50×10^{-8}, s-a găsit viteza sunetului egală cu 1 420 metri.

În 1919, măsurători făcute cu multă îngrijire în apa mării au dat pentru viteza sunetului valoarea de 1 503,5 m ; pe cînd după formula lui Newton, a rezultat doar valoarea de 1 500,9 metri.

La temperatura de 15°C și pentru o salinitate de 34 grame la kilogram, viteza de propagare a sunetului în apă

este de 1 500 m/sec. Ea crește în același timp cu salinitatea și cu presiunea. În general viteza sunetului în apa de mare crește cu 2,3 m/sec, cînd temperatura crește cu 1°C, cu un m/sec cînd salinitatea crește cu un gram la kg și cu 1,5 m/sec pentru o creștere a presiunii cu 10 atmosfere, adică pentru 100 m adîncime.

Pe aceste considerente s-au întocmit tabele pentru viteza sunetului în apa de mare la orice adîncime.

Studiind proprietățile acustice ale apei de mare, s-a văzut că undele de înaltă frecvență sînt mai repede absorbite decît cele de joasă frecvență. Din calcule a reieșit că nu trebuie să se treacă de frecvența de 60 000 de perioade pe secundă. Însă, pe de altă parte, undele de joasă frecvență și de mare lungime de undă nu pot fi dirijate, cum se procedează cu un proiector de lumină, pe cînd un fascicul cu lungimi foarte scurte, pînă la 3 cm, poate fi foarte ușor dirijat.

Undele sonore, fiind foarte slab absorbite în apa de mare, sînt cele mai potrivite la executarea de sondaje prin folosirea ecoului din fundul mării, produs de sunetul unor aparate la suprafața apei. Cu aceste unde însă se poate afla numai distanța de la obiectul asupra căruia se lovesc pentru a produce ecoul, dar nu și direcția de unde vine ecoul.

Undele sonore au frecvența cuprinsă între 50 și 18 000 de perioade pe secundă și sînt perceptibile urechii omului. Dincolo le 18 000 de perioade, sunetul nu mai este perceptibil de ureche și asemenea oscilațiuni poartă numele de ultrasunete. Cu asemenea sunete, avînd lungimi de undă între 3—4 cm, concentrate într-o sursă de emitere de 20 cm diametru, se poate produce un fascicul de energie ultrasonoră, care poate fi dirijat spre fundul mării sau asupra unui obiect care trebuie cercetat.

Cu aparate construite pe acest principiu sînt înzestrate aproape toate navele moderne și în felul acesta s-a făcut și se fac nelimitate sondaje în mări și oceane ; acestea servesc la cunoașterea reliefului fundului și la întocmirea cît mai detaliată a hărților batimetrice.

D. CONCENTRAŢIA IONILOR DE HIDROGEN (pH) ÎN APA DE MARE

Din punctul de vedere al oceanografiei fizice, temperatura și salinitatea sînt caracteristicile principale ale apei de mare, deci apa de mare este o soluţie salină. Pentru studiile biologice însă, aceste caracteristici nu sînt suficiente. Una din condiţiile principale ale vieţii marine este *starea de ionizare* (particule încărcate cu electricitate pozitivă sau negativă) a soluţiei saline. Starea de ionizare a soluţiei se definește prin concentraţia „ionilor" liberi pe care ea îi conţine. Concentraţia de ioni se determină prin ionul pozitiv de hidrogen (H^+) și se notează cu pH (pH este logaritmul cu semn schimbat al concentraţiei ionilor de hidrogen dintr-o soluţie). Menţionăm că pH-ul apei distilate are valoarea 7.

Cînd pH = 7, atunci reacţia apei este neutră ; cînd valoarea pH-ului este zero, atunci soluţia apoasă conţine maximum de ioni de H și are prin urmare cea mai mare aciditate ; cînd pH-ul = 14, atunci soluţia conţine minimumul posibil de ioni de H și are deci cea mai mare alcalinitate. Valorile extreme ale pH-ului, adică 0 și 14, sînt aproape imposibil de găsit în practică. Așadar, sub pH = 7 soluţia prezintă o aciditate crescîndă. Aciditatea și alcalinitatea apei depind de natura sărurilor dizolvate în ea și de concentrarea lor.

Valoarea pH-ului în apa de mare variază între 7,85—8,35 la suprafaţă și scade spre adînc.

În Atlanticul de nord, pH-ul atinge pe latitudinea de 35° valoarea 8,25, în centrul Mării Nordului 8,13, în Marea Baltică 8,05, iar în Golful Finlandei 7,5. În Marea Barenţ, pH-ul are valoarea 8,3. În Atlanticul de sud, valorile cele mai mari (8,25) se întîlnesc între insulele Falkland și America de Sud. În Mediterana, pH-ul este aproape peste tot egal cu 8,15. În Marea Neagră valoarea pH-lui este 8,35 la suprafaţă și scade foarte repede în adîncime, atingînd valoarea 7,50 în regiunile unde hidrogenul sulfurat este abundent ; această abundenţă de hidrogen sulfurat nu ajunge totuși să facă apa de mare complet neutră.

Variația pH-ului prezintă o mare importanță în biologia viețuitoarelor marine, căci creșterea acidității are drept consecință scăderea bruscă a consumului de oxigen. S-a constatat că icrele de hamsii din Marea Neagră se dezvoltă normal la pH = 6,92 — 8,9 și pier în două ore cînd pH coboară la 5,12; cînd valoarea pH trece peste 8,7 icrele și larvele mor. Un pH inferior lui 4,7 împiedică complet înmulțirea viețuitoarelor.

E. FOTOGRAFIA ÎN APA DE MARE

De cîțiva ani oceanografii au pus la punct aparate de fotografiat automate care suportă presiunea marilor adîncimi și sînt înzestrate cu sursă de lumină proprie. Fotografiile acestor aparate au adus o contribuție importantă la cunoașterea structurii fundului submarin și a vieții acvatice dn adîncurile mărilor și oceanelor. La adîncimile mici, pînă la care pătrund scafandrii autonomi, aceștia au putut să filmeze în culori regiunile din jur, realizînd imagini care interesează nu numai marele public, ci și pe biologi, geologi și arheologi.

În 1952 nava americană *Caryn* a făcut fotografii submarine în Atlantic, obținînd clișee pe funduri de mai multe mii de metri adîncime.

În 1958 nava sovietică *Viteaz* a fotografiat pe fundul Oceanului Pacific la adîncimea de 2 970 m urma enigmatică a unui animal necunoscut. Aparatul întrebuințat în acest scop este introdus într-un înveliș rezistent la presiunea apei, în care se găsește și un tub producător de impulsuri puternice fixat pe un cadru. La coborîre, cadrul, lovindu-se de fund, se aprinde o lumină care servește la imprimarea pe peliculă a imaginii fundului. Un dispozitiv automat mută pelicula, cadrul se ridică puțin în sus și lovește din nou fundul. În felul acesta la o singură coborîre se fac zeci de fotografii.

VI. GHEAȚA MĂRILOR

Dintre toți agenții naturali care influențează fenomenele oceanului, climatul polar este cel mai puternic. Astfel coastele ocupate continuu sau temporar de gheață au un

aspect aparte iar gheaţa plutitoare transportă la distanţe mari bucăţi de material rupt din pereţii stîncoşi ai coastei sau nisip smuls de pe plajă, material care se depune apoi pe fundul mării şi formează sedimente specifice. Răspîndirea gheţurilor polare către latitudinile medii are o influenţă directă asupra climatului regiunilor temperate şi asupra traseului depresiunilor barometrice. De asemenea, gheaţa împiedică navele să străbată oceanele pe latitudini înalte şi le obligă să renunţe la anumite drumuri directe de la un punct la altul.

Gheaţa mării are o compoziţie chimică identică cu a apei din care s-a produs. Apa de mare care îngheaţă devine mai bogată în sulfaţi. Din această cauză, unii exploratori arctici s-au îmbolnăvit grav de pe urma consumării apei din gheaţa topită (lipsită de sare).

Densitatea gheţii de mare este cam de 9/10 din densitatea apei de mare, adică 0,9—0,95 faţă de apa dulce deasupra căreia pluteşte.

Cînd temperatura apei de mare scade la valoarea —2°C, începe fenomenul îngheţării la suprafaţă. Se formează o pînză de gheaţă numită gheaţă tînără.

Uneori, la suprafaţa mării calme se formează un strat subţire de gheaţă elastică şi transparentă, pe care vînturile o rup în bucăţi. Dacă apa este mult răcită (aproape de punctul de îngheţ) şi se produc abundente căderi de zăpadă, la suprafaţa mării se formează o masă vîscoasă.

Cînd plăcile de gheaţă se unesc şi se lipesc unele de altele prin înteţirea frigului (la cimentarea lor mai contribuie şi căderile de zăpadă în straturi mai mult sau mai puţin groase) atunci se formează cîmpuri de gheaţă de sute de kilometri pătraţi, alcătuind aşa-numitele banchize.

În general, în mările cu ierni foarte friguroase, apa îngheaţă mai întîi pe lîngă coastă, unde masa de apă este mai puţin adîncă şi deci se poate răci mai uşor în contact cu continentul.

Marginile banchizei costiere sau cîmpurile de gheaţă din larg se rup în bucăţi (sloiuri) care pot avea dimensiuni de mai multe sute de metri ; grosimea lor variază în general de la 30 la 60 de centimetri.

Unirea mai multor sloiuri poate crea piedici navigației. Sub influența curenților, a vînturilor, a temperaturii și a dilatației, diferite părți ale banchizei se comprimă, dînd naștere la movile de gheață, care rareori depășesc 9 metri înălțime. Tot prin aceste comprimări se explică zgomotele continue ale mărilor polare, care se manifestă prin bubuituri izolate, gemete stranii, urlete, pocnete, țipete îndepărtate, care nu se pot distinge nici în direcție, nici ca distanță.

Presiunile considerabile din regiunile polare pot sfărîma navele prinse în gheață. Spre exemplu, la 13 iunie 1881, pe cînd naviga în marea polară arctică, a fost strivită de ghețuri nava *Jannette;* același sfîrșit l-a avut și nava *Hansa,* în octombrie 1869, în timp ce înainta spre coasta de est a Groenlandei.

Nava *Antarctic* a dispărut în ghețurile din apropiere de insula Joinville, în februarie 1903, iar nava *Endurance* a fost prinsă între ghețuri în Marea Weddell, în octombrie 1915. Astăzi, navele destinate cerecetărilor în regiunile arctice și antarctice sînt construite după profiluri speciale, care asigură ridicarea navei în momentul împreunării ghețurilor.

Acest principiu a fost stabilit de Nansen, la construirea navei sale *Fram.* El s-a bazat pe studiul catastrofei navei *Jannette.* Studiind și consecințele pierderii acesteia din urmă, din ale cărei resturi o parte s-au găsit pe coasta de sud-vest a Groenlandei, a ajuns la concluzia că enorma banchiză arctică, care este cea mai mare de pe glob, nu poate fi pătrunsă de nici o navă, dar că poate fi folosită deriva ei, care are direcția est-vest, din cauza unui curent polar de la strîmtoarea Bering spre Groenlanda.

Pe întinsa suprafață a Oceanului Arctic sînt forme rare de aisberguri tabulare, cu o grosime de 30 la 50 m și suprafață regulată de mai multe mii de metri pătrați (chiar pînă la 500 km pătrați). Ondulațiunile care se observă pe suprafața lor au crestele distanțate între ele de 300 la 1 000 m, iar văile dintre ele rareori întrec 3 m.

Primăvara, banchiza începe să se topească, elementele sale se desfac, bucăți din cîmpul de gheață pornesc în derivă, lăsînd între ele spărturi libere.

Sfărîmăturile plutitoare ale banchizei coboară vara de-a lungul coastei Americii de Nord pînă la Terra-Nova, împinse de curentul polar de apă rece. Coborînd spre Europa, blocurile de gheață întîlnesc Curentul Golfului, care le topește puțin cîte puțin.

La latitudinea insulei Terra-Nova, care se află pe aceeași paralelă cu intrarea în Canalul Mînecii, transatlanticele întîlnesc adesea gheață plutitoare și pe timpul navigației de vară.

Gheața de apă dulce provine din revărsările fluviilor înghețate ale Americii de Nord și ale U.R.S.S. Ea ajunge pînă în Oceanul Arctic, în Marea Kara și în Marea Barenț.

În mările antarctice nu se întîlnește gheață de apă dulce.

Gheața de apă dulce este foarte periculoasă chiar pentru navele mari de pescuit.

Pe coastele de nord ale Siberiei. în anumite regiuni, se găsește gheață de apă dulce și pe fundul mării. Fluviile aduc grăunți de nisip prinși într-o peliculă de apă dulce, care, trecînd în apa de mare, cad la fund și îngheață.

Printr-un fenomen asemănător, picături mari de apă de ploaie sînt transformate în gheață, în contact cu apa de mare rece, după cum s-a observat pe coasta de est a Groenlandei.

În Marea Baltică, la începutul iernii, pescarii văd cîteodată bărcile lor înconjurate brusc de sloiuri de gheață cenușie, venită de la fund și de care sînt prinse diferite alge și pietre. Același fenomen a fost semnalat și în mările polare puțin adînci și nu prea sărate. Fenomenul se explică prin faptul că apa răcită sub punctul său de îngheț poate să cadă la fund fără să înghețe, însă imediat ce se găsește în contact cu obiecte de pe fund se transformă în gheață. Cînd această masă de gheață are o flotabilitate suficientă, ea se rupe și se ridică la suprafață.

Gheața arctică. Crusta solidă care acoperă Oceanul Arctic cuprinde trei mari categorii de gheață : banchiză costieră, pack și gheață polară.

Banchiza costieră se formează în fiecare iarnă în lungul coastei și rămîne pe locul unde s-a format. Ea dispare vara prin topire sau prin transportul sloiurilor spre

larg, datorită vîntului. Această gheață nu trece de izobata de 20 de metri. În anumite ierni, gheața se întinde pînă la 275 de mile marine de coastă. Cea mai mare parte a strîmtorilor arhipelagului nord-american conține o astfel de gheață. În general, grosimea ei nu trece de 2 m; în anumite băi bine adăpostite, banchiza costieră nu dispare nici vara și constituie timp îndelungat o gheață foarte groasă, căreia eschimoșii îi spun „sikussak".

Packul este o gheață pe care curenții o transportă departe de locul ei de origine. Ea este formată din sloiuri mici, cu suprafața orizontală, aproape plată. În timpul verii, cele mai subțiri dintre aceste sloiuri se topesc.

Gheața polară este formată în decurs de mai mulți ani, prin urmare este o gheață veche, stratificată, groasă de peste 2 metri.

Banchiza costieră ocupă cam 5% din suprafața Oceanului Arctic, packul — 25%, iar gheața polară — 70%.

Gheața antarctică prezintă caractere deosebite de cele ale gheții arctice.

Gheața de pe lîngă coastă, gheața tare sau banchiza costieră, se menține în toate anotimpurile. Rămînînd pe loc mai mulți ani, ea crește în grosime și, în împrejurări favorabile, se transformă într-o barieră de gheață.

Caracterul deschis și liber al Oceanului Austral, la care se mai adaugă violența tempestelor, mareele, propagarea ușoară a hulei, nu dă timp gheții să se consolideze. Această nestabilitate a gheții în regiunile antarctice este un pericol permanent pentru exploratorii care se aventurează în sănii pe banchiza costieră în aparență solidă, căci fără nici un indiciu prealabil sloiuri imense de gheață se dezlipesc și pleacă în derivă. Așa au pierit doi membri din expediția lui Shackleton în anul 1916 aproape de Țara Victoria, în Marea lui Ross.

În regiunile antarctice, packul blochează în permanență unele coaste ale continentului cu sloiuri puțin groase, de dimensiuni mici și uneori separate unele de altele.

Gheața continentală care se întîlnește în mare provine fie din dezghețul fluviilor Americii și ale Siberiei, care se varsă în Marea Arctică, fie din dizlocarea frontului dinspre mare al ghețarilor.

Pentru a se forma astfel de gheţuri, este necesar un climat oceanic cu precipitaţii abundente.

Formaţiile glaciare sînt de mai multe feluri : calote glaciare, gheţari ai văilor, terase de gheaţă, limbi de gheaţă, bariere de gheaţă, aisberguri etc.

Calotele glaciare sînt formate din mase de gheaţă care acoperă regiuni întregi (scut de gheaţă).

Pe întinsele suprafeţe ale Groenlandei, ale Spitzbergului şi ale Antarcticii se găseşte un scut de gheaţă veşnică, format în decurs de mulţi ani. În anumite porţiuni, gheaţa este groasă de 2 700 m. Zăpada îngrămădită pe suprafaţa Groenlandei se solidifică prin fenomenul îngheţului şi al dezgheţului (se întăreşte şi se îngroaşă), iar sub influenţa presiunii şi gravitaţiei se mişcă şi coboară în pantă spre mare.

Gheţarul groenlandez acoperă o suprafaţă de 1 800 000 km^2. Topirea acestei mase de gheaţă ar determina creşterea nivelului oceanelor de pe glob cu 6 metri şi ar provoca inundarea coastelor mai joase ale continentelor.

Suprafaţa gheţarului antarctic este de aproape 10 milioane kilometri pătraţi.

După părerea geofizicienilor sovietici, stratul inferior al calotei de gheaţă din Antarctida, aflat la o adîncime care variază între 2 000 şi 4 000 de metri, s-ar fi format acum aproape 100 000 de ani.

În timpul expediţiilor făcute în cadrul A.G.I. s-a stabilit în mod definitiv că Antarctida nu este un arhipelag, ci un continent.

Gheţarii de văi se întîlnesc în regiunile polare. Ei sînt asemănători gheţarilor alpini.

Aceşti gheţari ating cea mai mare întindere pe partea de vest a Groenlandei, între latitudinile de 69° şi 72°N. Unii dintre ei se întind pe un front de circa 110 km şi se termină în mare parte printr-o faleză de 90 de metri. Gheţarii Groenlandei se mişcă adesea foarte repede, depăşind 10 m pe zi şi atingînd în anumite puncte chiar 30 m pe zi, pe cînd gheţarii alpini progresează numai cu 1—2 m pe zi.

În insulele Svalbard există gheţari al căror front atinge 20 km şi se termină prin faleze cu înălţimi de 50 m.

În arhipelagul Franz Joseph, formațiile ghețarilor se desfășoară pe fronturi de aproape 60 km.

Arhipelagul polar american posedă cîțiva ghețari mai puțin dezvoltați, la fel ca și văile peninsulei Alaska.

Ghețarii Antarcticii formează pe fundul văilor fluvii înghețate, care coboară în pantă repede către mare, fără să aibă lungimi prea mari. În Țara Victoria, lungimea lor variază între 10 și 100 km, iar lățimea este cuprinsă între 5 și 15 km. Ghețarul Beardmore, peste care a trecut Scott în 1911—1912, spre Polul Sud, este cel mai mare ghețar de vale cunoscut, avînd 200 km lungime și 25—55 km lățime. Acest ghețar coboară pe latitudinea de 84°S, spre bariera de gheață a lui Ross.

Ghețarii antarctici, chiar cînd au panta foarte repede, se mișcă destul de încet ; de obicei, viteza lor se reduce la cîțiva centimetri pe zi.

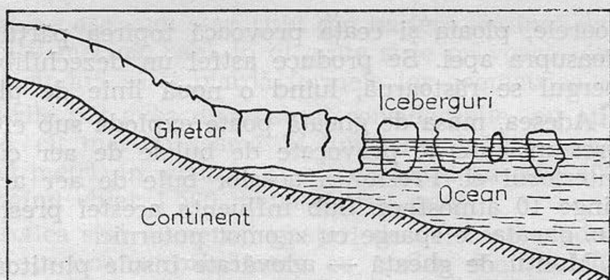
Ajungînd în mare, ghețarul produce un munte de gheață de dimensiuni medii și de formă dantelată. Munții de gheață, de dimensiuni gigantice, sînt produși de marile bariere, a căror suprafață este orizontală și care se întind în lungul coastelor pe sute de kilometri.

Terasele de gheață sînt ghețari formați la baza munților. Gheața se întinde pe suprafețe mari, acoperă toate accidentele terenului și coboară spre mare în pantă dulce. Formațiuni de felul acesta acoperă adesea în continentul Antarctic teritorii întinse.

Terasele de gheață se întind aproape neîntrerupt în tot lungul coastei acestui continent, în afară de locurile unde peretele stîncos coboară aproape vertical în mare. O asemenea stîncă de gheață are înălțimea de 20—30 metri și poate atinge chiar 100 metri.

Limbile de gheață. Uneori, ghețarii ating coasta în pantă ușoară și se prelungesc în larg prin limbi de gheață care plutesc pe apă. În Antarctica, aceste limbi iau o mare dezvoltare și se întind în larg pe distanțe de pînă la 300—400 km. Forma lor variază de la un an la altul.

Barierele de gheață. În unele părți ale Antarcticii există ghețari întinși, perfect orizontali, care se termină în mare prin faleze verticale, situate la mari depărtări de coastă. Acești ghețari speciali, numiți bariere de gheață,



Formarea aisbergurilor din frontul unui gheţar polar

acoperă suprafeţe întinse de apă. Un exemplu este cunoscuta barieră a lui Ross, care se întinde pe 900 km lungime ; faleza prezintă aici înălţimi de 3—60 m şi pătrunde în apă pînă la 300 m adîncime. Bariera se sprijină lateral pe uscat şi pluteşte pe cea mai mare întindere a ei, urmînd mişcările mareei. Sub presiunea gheţarilor care coboară din scutul de gheaţă (cazul gheţarului Beardmore), bariera înaintează către nord cu 400 m pe an.

Asemenea bariere de gheaţă există în multe puncte ale Antarcticii.

Aisbergurile (munţii de gheaţă). Oricare din formele de gheţari descrise mai sus iau contact cu marea prin blocuri enorme cu pereţii abrupţi, numite aisberguri (Iceberg). Aisbergurile se formează mai cu seamă cînd faleza terminală a gheţarului pluteşte în mare şi se rupe sub efectul furtunilor, al mareelor sau sub împingerea hidrostatică (presiunea este din ce în ce mai mare, pe măsură ce gheţarul înaintează spre larg) [1].

Din cauza cantităţilor de aer prinse în gheţar la formarea lui, densitatea aisbergului este foarte mică, iar pescajul său nu întrece de mai mult de 4—5 ori înălţimea părţii dinafara apei. Înălţimea munţilor de gheaţă deasupra apei, în general, nu trece de 50 de metri.

Temperatura mării în adîncime fiind mai mare de 0°C, aisbergul se topeşte încet. Pe de altă parte, curenţii submarini rod treptat partea imersă a aisbergului, iar

[1] Cel mai rapid gheţar este acela de la Uperniwik din Groenlanda, care înaintează zilnic cu circa 38 de metri.

soarele, ploaia și ceața provoacă topirea părții sale de deasupra apei. Se produce astfel un dezechilibru și aisbergul se răstoarnă, luînd o nouă linie de plutire.

Adesea, masa de gheață poate exploda sub efectul unei presiuni interne provocate de bulele de aer cuprinse în interiorul ei. Presiunea acestor bule de aer ar putea atinge 10 atmosfere. Sub influența acestei presiuni interne, gheața se sparge cu zgomot puternic.

Munții de gheață — adevărate insule plutitoare — reprezintă un mare pericol pentru navigație. Ei nu se întîlnesc numai la latitudini mari, ci și la cele medii, unde sînt transportați de curenți marini, pînă la paralela 40°N. În general, munții de gheață sînt mai numeroși primăvara.

Aisbergurile arctice se evaluează la aproape 15 000. Aproape toți ghețarii din regiunile arctice provin din Groenlanda, atît de pe coasta de est cît și de pe cea de vest. Numai Jackobshavn, una din cele mai mari limbi de gheață din vestul Groenlandei, trimite anual în mare peste 1 300 de aisberguri, cu un volum mediu total de circa 10 000 000 m^3. Pierderile de gheață cauzate de formarea aisbergurilor se compensează necontenit prin depunerile de zăpadă.

De pe coasta occidentală a Groenlandei pleacă anual mai mult de 4 000 aisberguri. În timpul marilor maree, ei fac să se audă mugete puternice pînă la o depărtare de mai mulți kilometri.

Luminate de soare, aisbergurile strălucesc, împrăștiind o lumină albăstruie. Aproape de apusul soarelui, ele se colorează în nuanțe gălbui, roz și portocaliu.

De obicei aisbergurile se fărîmițează, lăsînd în urma lor un drum de gheață. Cînd navele se apropie de ele, pot să constate scăderea temperaturii aerului cu un grad sau două.

Aisberguri antarctice. Numărul munților de gheață antarctici pare să fie de mai multe mii. Mulți dintre ei au forme prismatice regulate, cu partea de deasupra aproape orizontală. Ei provin din barierele de gheață, care acoperă suprafețe considerabile. Munții de gheață antarctici păstrează mult timp aspectul lor cu suprafața supe-

rioară plană — așa cum s-au rupt din barieră —, însă valurile mării îi macină, sapă în ei grote și le provoacă răsturnarea, făcîndu-i să-și piardă formele lor geometrice.

Aisbergurile pot avea dimensiuni considerabile, nu atît în înălțime, cît mai cu seamă în lungime ; înălțimea nu trece de 50 metri, în schimb lungimea lor depășește 400 metri, atingînd chiar 1 500 metri și mai mult.

În Antarctica sînt numeroși ghețari de văi care produc aisberguri aproape asemănătoare cu acelea din Groenlanda [1].

Cercetări minuțioase în timpul A.G.I. au stabilit că gheața este depusă în Antarctica ca o masă continuă pe un fundament stîncos, uneori sub nivelul mării, formînd un continent nefragmentat, unitar. Gheața aici este, de fapt, o rocă ; ea are mai multe asemănări cu unele roci decît cu straturile de nisip sau de argilă moale. Ea însăși, împreună cu rocile dure peste care s-a așternut, formează continentul Antarctidei. Cupola enormă de gheață are centrul în regiunea Polului inaccesibilității relative. Sub acțiunea propriei sale greutăți ea se scurge radial, încet. În punctele sale centrale există gheața cea mai veche, a cărei vîrstă s-a apreciat a fi de cca 100 000 de ani.

Mai aproape de marginile continentului viteza gheții crește, totuși vor fi necesari circa 8 000 de ani pentru ca gheața ce s-a format la 200 km de marginea continentului să ajungă pînă la litoral.

Pe sectoarele marginale ale ghețarului viteza gheții se mărește și mai mult.

Procesul de desprindere a unui aisberg din masa ghețarului durează uneori mult timp. În grosimea gheții apar numeroase crăpături, care apoi se contopesc într-o mare fractură și atunci un munte întreg de gheață începe să se balanseze în apele marine. Separarea lui se produce alteori repede, și atunci o zguduitură puternică, asemănătoare cu un cutremur, se resimte în pătura de gheață.

[1] Adeseori se văd bolovani prinși în gheață, care mai devreme sau mai tîrziu sînt sortiți să cadă pe fundul oceanului. Ei dezvăluie structura continentului Antarctic sau a insulei din care s-au desprins.

Consumul total anual al gheţii din Antarctida, conform ultimelor date, este de circa 1 500 km^3. În momentul de faţă, acumularea gheţii depăşeşte consumul ei.

A. RĂSPÎNDIREA GHEŢURILOR MARINE ÎN REGIUNILE TEMPERATE

Există mări care, deşi nu se găsesc în regiuni polare, totuşi pot îngheţa în timpul iernii.

În Marea Baltică şi mai cu seamă în golful Botnic şi în cel al Finlandei, îngheţul este favorizat de slaba densitate a apei. În fiecare iarnă, temperatura scade pînă la —15°C la Gdansk şi la Stockholm, pînă la —23°C la Leningrad, pînă la —20°C la Helsinki, pînă la —24°C la Ulianovsk.

În strîmtoarea Skagerrak, multe fiorduri interioare ale coastei norvegiene şi suedeze sînt blocate de gheaţă de la sfîrşitul lui decembrie pînă în primăvară.

În Kattegat, unde clima este mai temperată, gheaţa se formează mai rar şi ocupă întinderi foarte mici, astfel că nu devine obstacol pentru navigaţie un timp prea îndelungat.

În Marea Baltică gheaţa începe să se formeze în porturi şi în golfuri în a doua jumătate a lunii decembrie şi durează pînă în luna aprilie. Gheaţa se întinde mai rar departe de coastă, însă şi în larg există cîmpuri de gheaţă în derivă, care împiedică navigaţia. Spărgătoarele de gheaţă sînt capabile să menţină accesibile aproape toată iarna multe porturi din Baltica. Portul Leningrad rămîne închis pentru navigaţie numai între 15 noiembrie şi 15 mai.

Golful Sf. Laurenţiu. În acest golf, pe latitudinea de 50° nord, unde apa este puţin sărată şi clima aspră, în timpul iernii se formează gheaţă abundentă. De obicei, către sfîrşitul lui noiembrie fluviul Sf. Laurenţiu este complet îngheţat; golful Sf. Laurenţiu se blochează atît cu gheaţa care se formează în el, cît şi cu packul care pătrunde prin strîmtoarea Belle Isle [1].

[1] Strîmtoarea Belle Isle, între Terra-Nova şi Labrador, nu este navigabilă înainte de sfîrşitul lunii iunie.

Gheaţa care provine din golful Sf. Laurenţiu blochează cîteodată complet strîmtoarea Cabot, dintre Terra-Nova şi insula Cape Breton. De la jumătatea lui aprilie pînă la începutul lui decembrie, golful Sf. Laurenţiu este navigabil prin strîmtoarea Cabot. Portul Quebec, a cărui temperatură medie din timpul iernii este de —12°C, nu este deschis anual navigaţiei decît între 27 aprilie şi 26 noiembrie.

În *Marea Neagră*, navigaţia este uneori împiedicată de gheaţă în regiunea gurilor Dunării şi în partea sa de nord-vest.

Navigaţia pe Dunăre poate fi întreruptă nu numai de îngheţul fluviului, dar şi de curgerea sloiurilor de gheaţă sau de sudarea sloiurilor între ele, în care caz grosimea gheţii poate atinge 30 de cm.

Întreruperea navigaţiei se produce rareori mai mult de două luni pe an (ianuarie-martie). La Sulina, Dunărea nu îngheaţă decît în iernile cele mai aspre.

Un fenomen ieşit din comun s-a întîmplat în iarna 1931—1932. Pe Dunăre curgeau sloiuri, iar un vînt de est a oprit scurgerea acestora în mare prin multiplele ramificaţii ale gurii Chilia, barînd complet gura fluviului în această parte şi făcînd să se ridice nivelul apei la Vîlcov cu 1,5 metri şi să inunde oraşul şi toată regiunea braţului Chilia. S-a încercat distrugerea zăporului de gheaţă prin explozii de dinamită şi fulmicoton, care nu au avut nici un efect, Numai cînd apa a atins un nivel mai înalt, atunci a pornit la asalt asupra zăporului de gheaţă, pe care l-a rupt şi a eliberat delta de apa ameninţătoare.

În partea de nord-vest a Mării Negre, în iernile geroase se formează un strat de gheaţă întins uneori de la Capul Tarhankut (Crimeea) pînă la Insula Şerpilor.

În iarna anului 1928—1929, care a fost extrem de friguroasă, în lunile ianuarie şi februarie, avînd temperaturi de sub —15°C şi atingînd chiar —26°C, o gheaţă groasă de 30 cm a umplut nu numai porturile şi băile, ci s-a întins pe distanţă de cîteva mile în largul mării, îngreunînd foarte mult navigaţia. Portul şi digurile din

Constanța erau acoperite de gheață, avînd aspectul unei regiuni polare. Gheața transportată de curenți și de vînt a barat Bosforul, producînd mari greutăți navigației prin strîmtori.

În luna februarie a anului 1954 marea a înghețat pînă la orizont. Blocurile de gheață s-au suprapus pînă la un metru grosime. Navele n-au mai putut intra în port.

Marea Azov. În această mare, gheața durează 3—4 luni pe an și atinge grosimea de 70 cm.

În strîmtoarea Kerci, gheața se formează foarte rar. În golful Taganrog, bancurile de nisip, mai puțin adînci și foarte întinse, favorizează formarea gheții.

Pacificul de nord. Pe coastele peninsulei Alaska și la sud de insulele Aleutine, ghețurile nu se depărtează de locul de origine și nu constituie, decît foarte rar, un pericol serios pentru navigație. Toate porturile, cu excepția părții superioare a strîmtorii Cook, sînt deschise tot anul pentru navigație.

Marea Bering. Deși această mare se găsește complet la sud de cercul polar, este totuși o adevărată mare polară. În tot timpul iernii ea rămîne complet înghețată la nord de latitudinea de 60° N. Banchiza de coastă atinge grosimea de 2 m în golful Anadîr.

În toate anotimpurile se întîlnesc pe această mare sloiuri de gheață, mai cu seamă la nord de linia care unește insulele Pribîlov cu golful Bristol. Partea de sud a Mării Bering și toată regiunea insulelor Aleutine sînt în permanență navigabile.

Portul Petropavlovsk de pe coasta orientală a Kamciatkăi este prins de gheață în general din octombrie pînă în mai.

În vecinătatea insulelor Komandorskie înghețul se produce pentru cel mult cincizeci de zile pe an.

Marea Ohoțk. Din noiembrie și pînă în mai, gheața se întinde pînă la 40—50 mile de coastă, blocînd băile și golfurile. În nordul Mării Ohoțk grosimea banchizei de coastă atinge 150 de cm.

Unele băi de pe coasta de sud-est a insulei Hokkaido nu sînt accesibile în timpul iernii ; portul Nemuro, din nord-estul insulei, este complet prins de gheață iar în

largul mării adeseori se întîlnesc sloiuri voluminoase de gheață, care pot prezenta pericol pentru navigație.

Marea Japoniei. Coastele Japoniei, pînă la strîmtoarea La Perouse (între Sahalin și Hokkaido) sînt libere de gheață în tot timpul anului. Cîteva porturi de pe coasta de est a Coreei sînt însă acoperite cu gheață subțire aproape două luni pe an. În partea de nord a Golfului Coreei, unele porturi sînt prinse de gheață timp de patru luni, gheața avînd grosimea de 50 cm. În medie o dată la 30 de ani, portul Vladivostok — situat pe aceeași latitudine cu Toulon — îngheață către sfîrșitul lui decembrie, pentru o perioadă de 90 de zile ; în unele locuri gheața atinge grosimea de 1 metru. Totuși, cu ajutorul spărgătoarelor de gheață, vapoarele pot intra în port oricînd în timpul iernii. Mai spre nord, grosimea gheții crește. Băile de pe aceeași latitudine cu Canalul Mînecii sînt blocate de gheață timp de 4 luni.

Coasta insulei Sahalin este toată iarna prinsă de gheață, însă în acest timp strîmtoarea La Perouse rămîne liberă pentru navigație.

B. DERIVA GHEȚURILOR MARINE ÎN REGIUNILE TEMPERATE

Influența curenților calzi ai Atlanticului. Din cauza derivei calde a Atlanticului, care este o continuare a Gulf-streamului, marea este liberă de gheață tot anul, nu numai pînă la capul nord, situat la latitudinea de 72°N, dar chiar și pe toată coasta Murmansk. Iarna navele pot pătrunde în baia Pecenga, cu toate că în lungul coastei se formează o centură de gheață care se menține din octombrie pînă în iunie.

Portul sovietic Murmansk este accesibil tot anul pentru navigație.

Ușurința accesului în aceste porturi situate pe latitudinea de 70°N este de-a dreptul surprinzătoare dacă se compară cu regiunile aflate pe latitudini mai mici, care îngheață în timpul iernii. Aceasta se datorește exclusiv influenței curenților calzi din Atlantic.

Marea Albă, care se află pe latitudinea Mării Bering, este acoperită cu gheață din noiembrie pînă în mai. Strîmtoarea Gorlo este complet prinsă de gheață, totuși portul Arhanghelsk este accesibil navelor (și cu ajutorul spărgătoarelor de gheață) de la 15 mai pînă la 25 noiembrie.

Marea Kara este înghețată în cea mai mare parte a anului. Aici curenții Atlanticului sînt abia perceptibili. Totuși din iunie pînă în septembrie există unele părți libere de gheață, iar cîteodată în august marea este complet liberă ; este de ajuns să bată un vînt de nord însă pentru ca marea să fie blocată de gheață arctică.

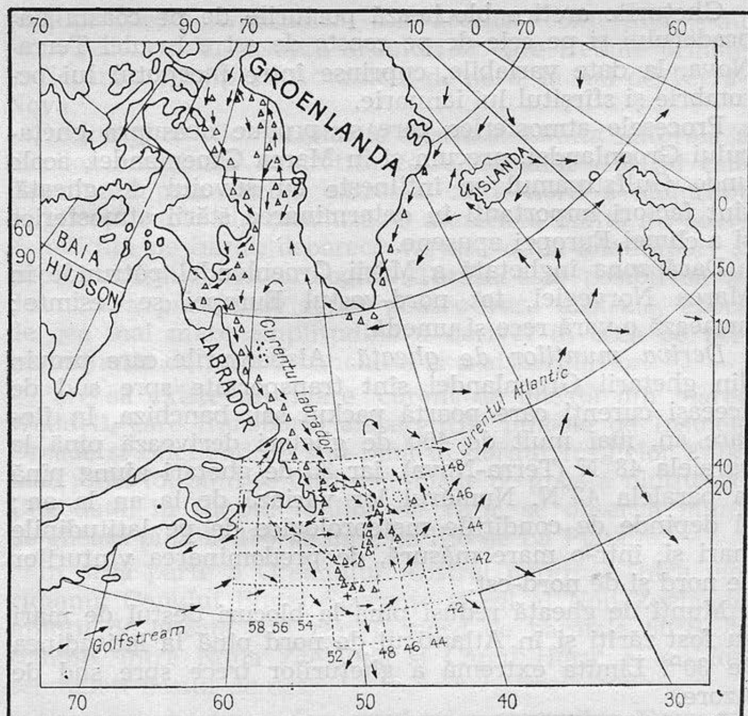
Pe toată coasta siberiană a Oceanului Arctic, navigația este asigurată printr-o protecție specială. Au fost instalate stații meteorologice și oceanografice de-a lungul coastei tocmai în vederea asigurării protecției navigației. Adeseori, convoaie de nave comerciale încadrate și ajutate de spărgătoare de gheață pleacă din Siberia occidentală spre gurile fluviilor Ienisei, Lena, Indighirka sau Kolîma, apoi prin strîmtoarea Bering pînă la Vladivostok.

Deriva banchizei. Fridtjof Nansen a stabilit că banchiza arctică se mișcă încet de la est la vest, descriind aproape un cerc, cu centrul în vecinătatea polului geografic. Ciclul complet pare să dureze aproape trei ani.

Banchiza iese din Marea Arctică, în cea mai mare parte prin poarta deschisă dintre Spitzbergen și Groenlanda. Ea este purtată spre sud de curentul Groenlandei, care coboară din Oceanul Arctic și urmărește coasta orientală a Groenlandei. Această banchiză este compusă din sloiuri enorme de gheață, dintre care unele sînt foarte periculoase pentru navigație.

Gheața blochează coastele de nord și de est ale arhipelagului Spitzbergen în cea mai mare parte a anului ; coasta occidentală este aproape totdeauna liberă de gheață. Banchiza atinge iarna și primăvara țărmurile insulei Medveji, însă vara se limitează spre nord pînă la coasta de sud a Spitzbergenului.

Centura de gheață care înconjoară coasta de est a Groenlandei și care face inabordabilă aproape toată această regiune are o lărgime și o densitate variabile. Foarte rar, ea atinge vara insula Jan Mayen.



Deriva gheţurilor în zona Terra-Nova

Partea de est a strîmtorii Danemarcei, între Islanda şi Groenlanda, este în general liberă de gheaţă tot anul. Uneori, gheaţa în derivă poate să atingă şi coastele Islandei.

În larg de capul Farvel, punctul cel mai sudic al Groenlandei, gheţurile au tendinţa să se îngrămădească şi să se întindă pînă la 200 de mile de coastă. Gheaţa înconjoară Capul Farvel, iar curentul de pe coasta occidentală a insulei o transportă spre nord, în Marea Baffin. Numai excepţional gheaţa poate să ajungă de pe coasta orientală a Groenlandei pînă pe bancurile de nisip de la Terra-Nova.

Gheţurile arctice blochează porturile de pe coasta Labradorului şi pe cele de pe coasta de est a insulei Terra-Nova, la date variabile, cuprinse între începutul lui octombrie şi sfîrşitul lui ianuarie.

Procesele atmosferice care se produc deasupra gheţarului Groenlandei, precum şi în Marea Groenlandei, acolo unde Gulfstreamul se întîlneşte cu şuvoiul de gheaţă, sînt factori importanţi în determinarea stării atmosferice şi a climei Europei apusene.

Dacă zona îngheţată a Mării Groenlandei pătrunde în Marea Norvegiei, tot nord-vestul Europei se resimte; urmează o vară rece şi umedă.

Deriva munţilor de gheaţă. Aisbergurile care provin din gheţarii Groenlandei sînt transportate spre sud de aceeaşi curenţi care poartă packul sau banchiza. În fiecare an, mai mult de 400 de gheţari derivează pînă la paralela 48°N (Terra-Nova), iar 35 de gheţari ajung pînă la paralela 43°N. Numărul lor variază de la an la an; el depinde de condiţiile meteorologice de pe latitudinile mari şi, într-o mare măsură, de predominarea vînturilor de nord şi de nord-est.

Munţi de gheaţă reduşi pînă la blocuri destul de mari au fost zăriţi şi în Atlanticul de nord pînă la latitudinea de 30°. Limita extremă a gheţurilor trece spre sud de Azore.

În noaptea de 14 spre 15 aprilie 1912, pe drumul transatlanticelor, dintre Europa şi America, în punctul de latitudine 41°16'N şi longitudine 50°14'V, nava de pasageri *Titanic,* aflată în prima sa cursă între Europa şi America, a întîlnit un aisberg cu care s-a ciocnit. Nava s-a scufundat. În anul următor s-a întrunit la Londra prima Conferinţă internaţională pentru asigurarea securităţii navigaţiei pe mare. La această conferinţă s-a hotărît ca pe spezele tuturor naţiunilor care frecventează Atlanticul de nord să se organizeze o permanentă patrulare în regiunea unde gheaţa prezintă mari pericole pentru navigaţie. Navele au misiunea să determine limita gheţurilor, să le urmărească mişcarea şi să avertizeze pe navigatori în caz de pericol. Patrula gheţurilor se ocupă şi cu distrugerea gheţarilor prin explozie, precum şi cu cercetări oceanografice, în special cu mişcarea gheţarilor şi a cu-

renţilor care îi transportă. La aceeaşi conferinţă s-au făcut recomandări asupra drumurilor care trebuie urmate în fiecare anotimp, în Atlanticul de nord, la sud de Terra-Nova.

Deriva gheţurilor în mările australe. Limita naturală a mărilor marginale antarctice către Oceanul Austral este desemnată prin deriva extremă către nord a sloiurilor de gheaţă rupte din banchiză. O asemenea limită nu poate fi indicată pe hartă, deoarece variază după anotimpuri şi după condiţiile meteorologice. Totuşi, este posibil să se dea cîteva puncte de reper pentru vara australă, epocă de cea mai mare amplitudine a derivei în ceea ce priveşte limita de nord a banchizei şi a aisbergurilor.

Pare să existe un mare curent de gheaţă din Marea Weddell, care transportă aisbergurile dincolo de Insulele Orcade şi Shetland de sud pînă în nordul Insulelor Falkland ; aici tot anul se întîlnesc insule de gheaţă plutitoare. Cîteodată, în timpul lunilor de vară, se observă munţi de gheaţă pînă la 150 de mile de Rio de La Plata.

În acea parte a Oceanului Austral cuprinsă între meridianul Capului Bunei Speranţe şi cel al Noii Zeelande, munţii de gheaţă sînt rari la nord de paralela 60°S. În schimb, între Noua Zeelandă şi Capul Horn, ei au fost semnalaţi destul de des.

Semne indicatoare de apropiere a gheţurilor. Deasupra munţilor de gheaţă care au întinderea packului sau mai mare, apare o pată albicioasă, observabilă de pe puntea navei.

Cînd noaptea este senină, fără lună, aisbergurile se pot zări abia cînd se găsesc la un sfert de milă depărtare de navă. Dimpotrivă, în nopţile senine şi cu lună, aisbergurile pot fi observate cu ochiul liber de la distanţa de 8 mile marine.

Ecourile reflectate de un aisberg sînt foarte nesigure ; de aceea, nu se poate conta pe sirena unei nave pentru a demasca prezenţa muntelui de gheaţă.

Radiolocaţia este mijlocul cel mai eficace pentru descoperirea gheţurilor plutitoare de la mari depărtări. Ea este folosită de serviciile hidrografice din multe ţări ale lumii.

C. NAVIGAŢIA ÎN GHEŢURI

Navigaţia în gheţuri este foarte dificilă şi de la o anumită limită nu mai este recomandabilă decît pentru navele cu maşini puternice şi de construcţie specială, pentru a putea rezista presiunii gheţurilor. În condiţii grele, navigaţia nu mai este posibilă decît cu ajutorul spărgătoarelor de gheaţă.

Spărgătorul de gheaţă atomic *Lenin* navighează în condiţiile grele ale iernii arctice, cînd cîmpuri de gheaţă cu o grosime pînă la 5—8 m îi barează drumul. Totuşi, pentru a învinge rezistenţa gheţii, spărgătorul de gheaţă este nevoit să dea înapoi şi să o spargă prin lovituri cu corpul său de oţel.

Contribuţia aviaţiei, ca şi în alte domenii de activitate ale omului, se face şi aici simţită.

De pe un avion de la înălţimea de 600 de metri, care este cea mai propice pentru observaţii, se dirijează prin televiziune spărgătorul de gheaţă pe traseul Marelui drum maritim de nord-est. Lăţimea fîşiei proiectate de pe avion este de aproape 5 km, suficientă pentru alegerea de către vas a celui mai bun drum printre gheţuri.

VIII

PROPRIETĂȚILE CHIMICE ALE APEI DE MARE. COMPOZIȚIA CHIMICĂ ȘI SALINITATEA APEI DE MARE

A. SALINITATEA

Salinitatea apei de mare se definește prin cantitatea de săruri pe care o conține. Dintre acestea, mai mult întîlnite sînt : sarea de bucătărie (clorura de sodiu), sarea amară (sulfatul de magneziu), sulfatul de calciu, clorura de magneziu. Gustul sărat îl dă clorura de sodiu, iar cel amar, sulfatul de magneziu.

Dintre elementele cunoscute în chimie, 35 (14 metaloizi și 21 metale) au fost identificate pînă acum în apa de mare.

Într-un kilogram de apă de mare din ocean se găsesc aproape 35 grame de săruri diferite. Acest număr reprezintă tocmai ceea ce se numește salinitate.

Dintre toate substanțele dizolvate în apa de mare, clorura de sodiu se găsește în cantitatea cea mai mare. Deosebit de apa fluviilor, apa de mare conține mai multă clorură de sodiu (88%) decît carbonat de calciu (0,3%). (În mare calcarul se depune prin procese organice — bancuri de corali, scoici și schelete de animale moarte — pe cînd clorura de calciu nu se separă din apa de mare.)

CONȚINUTUL DE SĂRURI AL APEI DE MARE ESTE:

Săruri	În grame	Procentual
Clorură de sodiu ($NaCl$)	27,21	77,76
Clorură de magneziu ($MgCl_2$)	3,81	10,88
Sulfat de magneziu ($MgSO_4$)	1,66	4,74
Sulfat de calciu ($CaSO_4$)	1,26	3,60
Sulfat de potasiu (K_2SO_4)	0,86	2,46
Carbonat de calciu ($CaCO_3$)	0,12	0,34
Bromură de magneziu ($MgBr_2$)	0,08	0,22
Total	35,00	100,00

Afară de aceste săruri, apa de mare mai conține mici cantități de oxigen, hidrogen, azot, argon, clor, brom, sulf, potasiu, sodiu etc., precum și unele metale : aramă, fier, zinc, argint, plumb, nichel, cobalt, aur etc.

Chimiștii oceanografi au împărțit în două clase elementele care intră în compunerea apei de mare. Prima clasă cuprinde elementele principale, a căror greutate într-un kilogram de apă de mare trece de 10 ml la litru. Acestea sînt : clorul, sodiul, sulfații (SO_4), magneziul, calciul, potasiul, carbonații (CO_3), bromul și stronțiul.

A doua clasă cuprinde corpurile din care apa de mare conține în disoluție numai urme. Aceste substanțe au o slabă influență asupra salinității și densității apei de mare și în general asupra economiei oceanelor.

Un cub de apă cu latura de 1 kilometru, cantitate neglijabilă în masa oceanică, ar depune, dacă s-ar putea evapora toată apa din el, 35 milioane de tone de materiale diferite (din care o jumătate de tonă aur, reprezentînd abia 0,000006 miligrame la un kilogram).

Rezerva de sare din apa mărilor și oceanelor este cam de 47 de ori mai mare decît aceea care se găsește în pămînt și ar putea asigura nevoile actuale de consum ale omenirii pentru cel puțin 6 milioane de ani.

Dacă s-ar reuși să se producă evaporarea întregii cantități de apă de mare existentă în Oceanul Planetar, atunci toate sărurile ce ar rămîne depuse pe fund ar forma un strat gros de 60 de metri. Acest strat ar fi constituit din

47,50 m clorură de sodiu, 5,80 m clorură de magneziu, 3,90 m sulfat de magneziu, 2,20 m sulfat de calciu și 0,60 m alte săruri. Întinsă pe toată suprafața globului, masa de săruri conținute în ocean ar forma un strat gros de 47,50 m.

Măsurarea salinității. Din experiențe s-a putut deduce că dacă cantitatea de săruri dizolvate într-un kilogram de apă de mare este foarte variabilă de la un loc la altul (ea este de 40 de grame în Marea Roșie, de mai puțin de 10 grame în Marea Baltică), proporția diferitelor săruri principale rămîne totdeauna aceeași. De exemplu, oricare ar fi cantitatea totală de săruri, clorura de sodiu va intra cu 77,8% în totalul sărurilor dizolvate în oricare mare, iar celelalte săruri — clorura de magneziu, sulfatul de calciu, sulfatul de potasiu etc. — vor păstra la fel procentul lor. Dacă se face dozarea cu precizie a unui element conținut într-o cantitate de apă de mare, se va putea apoi să se deducă cu ușurință numărul total de grame de săruri conținute într-un kilogram de apă de mare, adică salinitatea acestei cantități de apă.

În practică, operațiunea constă în a doza cantitatea de clor, adică în a măsura *clorurația apei de mare,* care este de 55,3% din materia totală dizolvată în apa de mare. Odată cantitatea de clor determinată (aici se înțelege clorul și bromul la un loc), se poate deduce salinitatea totală Q, înmulțind greutatea clorului cu un număr constant numit *coeficientul de clorurație,* a cărui valoare dată de Ferchhammer este 1,811 și atunci se obține relația: $Q = 1{,}811 \times Cl$, Q și Cl fiind exprimate în miimi.

Influența salinității asupra condițiilor fizice și de mișcare ale apei de mare. Din cauza conținutului de sare, apa de mare este modificată nu numai la gust, dar și în alte privințe, proprietățile sale sînt supuse la multe schimbări. Astfel, apa de mare este mai grea decît apa dulce[1].

[1] Cînd concentrația în săruri este mai mică de 1 gram la litrul de apă, atunci apa se numește dulce. Dacă cantitatea de săruri la 1 litru de apă este între 1 gram și 24,7 grame, apa este salmastră, iar dacă trece de 24,7 grame, ea se numește sărată. Această valoare de 24,7 g/l de apă este limita între apele salmastre și cele sărate, întrucît la acest grad de salinitate temperatura de îngheț a apei și temperatura densității maxime sînt egale.

La o răcire continuă, apa de mare devine mai densă, însă nu ca apa dulce, numai pînă la 4°C, ci și atunci cînd temperatura coboară mai departe, pînă la punctul de congelație. Apa de mare îngheață între temperaturile de —2°C și —3°C, totuși ea poate, ca și apa dulce, să fie răcită sub punctul de înghețare, cu condiția numai ca să fie în perfectă liniște.

După cum am mai menționat, apa de mare are proprietatea specială de a depune în timp foarte scurt cele mai mici părticele în suspensie.

Evaporarea apei de mare mărește procentul de salinitate.

Diferența de salinitate între suprafață și adîncime face ca apa de mare să se deplaseze în sens vertical. Prin evaporare intensă apa devine mai sărată și deci mai grea și atunci coboară, pe cînd părticelele de apă din straturile inferioare fiind mai puțin sărate și deci mai ușoare se vor ridica la suprafață pentru a lua locul celorlalte. La fel se produc mișcări de apă și în sensul orizontal din cauza diferenței de salinitate, dînd naștere la curenții marini.

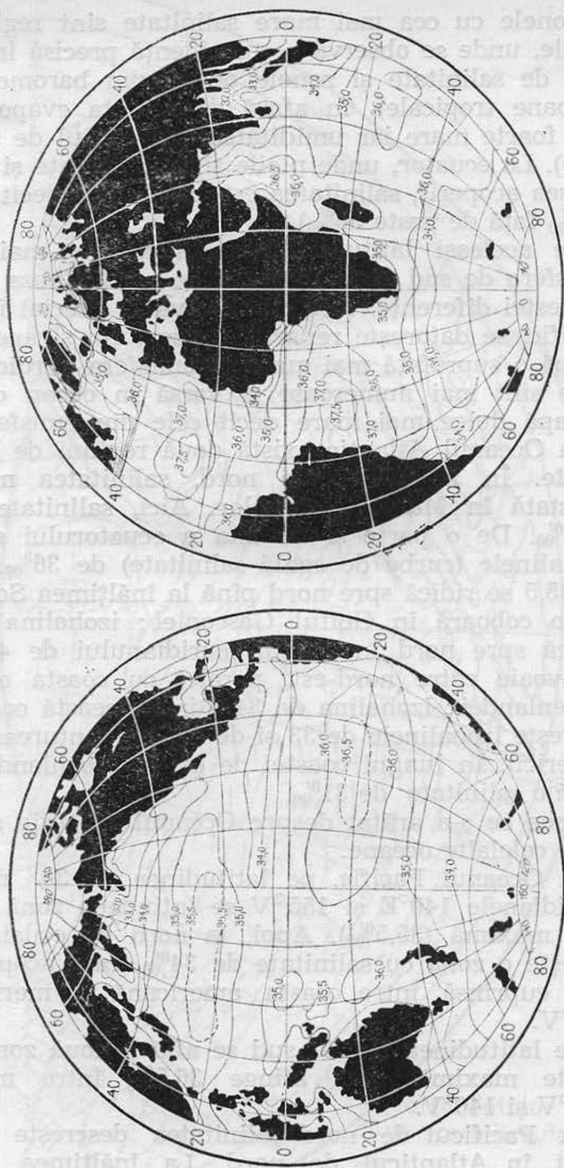
1. *Repartiția geografică a salinității la suprafața oceanelor*

Prin salinitate se modifică densitatea apei și se face schimbul de căldură între straturile de apă ale oceanului.

Marea în general este homohalină, adică cam de la 1 000 de metri adîncime în jos și pe trei părți din masa sa totală, ea prezintă de obicei aceeași salinitate.

Dacă se face abstracție de mările închise, de mările secundare și de regiunile de coastă, salinitatea medie a mării este de 35‰ și ea variază în mările deschise de la 32‰ la 38‰.

Compoziția chimică a apelor oceanice diferă de la o regiune la alta, de la un ocean la altul, de la zona litorală la zona pelagică. Factorii care influențează concentrația sărurilor depind de condițiile climatice și hidrologice: vînturile, evaporarea, curenții verticali și orizontali, precipitațiile.



Harta izohalinelor oceanelor

Zonele cu cea mai mare salinitate sînt regiunile tropicale, unde se observă o coincidență precisă între regiunile de salinitate și zonele de maxim barometric (anticicloane tropicale). În afară de aceasta evaporarea este aici foarte mare iar umiditatea este destul de slabă (ploi rare). La ecuator, unde ploile sînt abundente și cerul este adesea acoperit, salinitatea este mai slabă decît la tropice (34‰ față de peste 36‰).

Pe aceleași latitudini, salinitatea este mai mare în emisfera de sud decît în aceea de nord. Cauza principală a acestei diferențe, care se observă în special în Oceanul Pacific, se datorește repartiției uscatului și apei ; uscatul ocupă o suprafață mai mare în emisfera nordică, iar fluviile sînt mai numeroase și varsă în ocean o cantitate de apă dulce mai mare decît cele din emisfera sudică.

În Oceanul Atlantic există două regiuni de mare salinitate. În Atlanticul de nord, salinitatea maximă se constată în Marea Sargaselor. Aici, salinitatea este de 37,5‰. De o parte și de alta a ecuatorului se observă izohalinele (curbe de egală salinitate) de 36‰. Izohalina de 35,5 se ridică spre nord pînă la înălțimea Scoției și de acolo coboară în Golful Gasconiei ; izohalina de 35 se ridică spre nord în lungul meridianului de 40°V și se încovoaie către nord-est, paralel cu coasta orientală a Groenlandei ; izohalina de 34 atinge această coastă. În ce privește izohalinele de 33 și de 32, ele conturează coastele Americii. În lungul coastei de est a Groenlandei se constată o salinitate de 31‰.

Ceea ce s-a arătat despre Oceanul Atlantic se observă și în celelalte oceane.

În Oceanul Pacific, pe latitudinea de 30° nord, între meridianele 140°E și 155°V se întinde o zonă de salinitate maximă (35,5‰). Apoi, la nord de ecuator se mai găsește o zonă cu salinitate de 34‰, care acoperă regiunea cuprinsă între coasta americană și meridianul de 160°V.

Pe latitudinea de 20° sud se află o nouă zonă de salinitate maximă, care atinge 36,5‰ între meridianele 110°V și 140°V.

În Pacificul de nord salinitatea descrește mai mult decît în Atlanticul de nord. La înălțimea peninsulei

Alaska se întîlnește izohalina 32‰, care cuprinde și golful de la sudul acestei peninsule. În Marea Bering se găsește izohalina de 31‰.

În Pacificul de sud, în partea sa de est, se găsesc mai multe insule de salinitate maximă, a cărei valoare atinge 36‰ ; una se află la est de Australia, alta, la est de Noua Guinee, iar a treia este tăiată de ecuator.

În Oceanul Indian, pe latitudinea de 30°S și longitudinea de 90°E se găsește o zonă cu salinitate maximă (36,4‰), înconjurată de o zonă alungită de 36‰. În jurul acesteia se găsește o izohalină de 35,5‰, care se întinde din Madagascar pînă aproape de Australia. La nord de ecuator, în golful Arabiei, se găsește izohalina de 36‰. În golful Bengal, salinitatea este de numai 34‰ și chiar 33‰, aproape de gura Gangelui.

Influențele locale pot să modifice foarte mult valoarea salinității.

Astfel, în regiunile polare, salinitatea este redusă prin aportul de apă dulce care rezultă din topirea munților de gheață (aisberguri) și prin masele enorme de gheață de apă dulce rupte din ghețarii Groenlandei sau ai Spitzbergului, în emisfera de nord, și din continentul Antarctic, în emisfera de sud.

Afluxul de apă dulce al marilor fluvii produce același efect. Un exemplu în această privință îl prezintă fluviul Congo, a cărui vărsare în mare face să scadă salinitatea acesteia la suprafață la 35‰ și chiar la 32‰ pe o suprafață de 100 000 km^2.

Fluviul Sf. Laurențiu produce scăderea salinității între Terra-Nova și coastă la 31‰, iar Rio de La Plata coboară salinitatea apelor oceanului, în regiunea sa de vărsare, pînă la 32‰.

Pe coasta africană se observă două zone de salinitate slabă : una în apropiere de Sierra Leone, cu salinitatea sub 33,5‰ și alta în fundul golfului Guineei, unde salinitatea scade sub 20 și chiar sub 14‰.

În apropierea golfului Panama, în partea de est a Pacificului și în apropiere de coastele Americii Centrale, există o regiune cu salinitate mică, a cărei valoare coboară în luna august pînă la 30‰. Această coborîre con-

siderabilă a salinității într-o regiune unde nu se varsă nici un fluviu important se datorește ploilor abundente din anotimpul cald.

Salinitatea la suprafața mărilor secundare. În mările închise, salinitatea se prezintă sub aspecte diferite. Aici, influența coastelor continentale și a temperaturii lor se face simțită mai mult decît în oceane ; de asemenea, influența regimului pluviometric și a fluxului de apă dulce al fluviilor se resimte mai puternic ca în ocean.

Mările platoului continental siberian, a căror temperatură este de aproape 0° C, au o salinitate foarte slabă la suprafață ; de la 0,4 la 14,59‰ și adeseori chiar sub 10‰, din cauza aportului marilor fluvii siberiene. De la adîncimea de 15 la 20 de metri însă, salinitatea se apropie de valoarea medie oceanică (32,8—33‰).

Marea Galbenă, în care se varsă fluviile Huanho și Ianțzî, este mai puțin sărată. Ea are o salinitate de 33‰ în partea de vest și de numai 25‰ în golful Lisedun și în apropierea Șanhaiului.

Marea Mediterană este o mare foarte sărată, din cauza intensei sale evaporări.

În apropiere de Gibraltar, salinitatea este de 36‰, ca și în Atlantic, pentru ca apoi să crească repede către est și să atingă valori foarte mari în regiunea Balearelor, pe lîngă Monaco și în bazinul central și oriental.

Creșterea apelor Nilului face să scadă salinitatea mării de la 38,11 — cît era în vecinătatea coastelor Izraelului — la 35,88‰.

Apele Vardarului fac să coboare salinitatea în golful Salonicului pînă la 18‰.

De asemenea, curentul Dardanelelor împrăștie la suprafața Mării Egee un strat subțire cu salinitate slabă. În general, însă, apele sînt mai puțin sărate în partea de vest a Mării Egee decît în partea de est ; la capul Sunion, la sud de Atena, salinitatea este de 37,5‰, pe cînd în apropierea coastelor Asiei Mici, pe aceeași latitudine, trece de 39‰.

Marea Adriatică are în partea de sud o salinitate comparabilă cu aceea din vecinătatea Mediteranei (37 și 38‰). În partea sa de nord însă, fluviul Po și alte ape fac să coboare salinitatea la 33‰.

Pe coastele Istriei și ale Dalmației există multe izvoare de apă dulce chiar pe fundul mării, care reduc salinitatea pînă la 18‰.

Marea Neagră prezintă în straturile superioare o apă diluată prin aportul unei mase considerabile de apă dulce al fluviilor și al precipitațiilor atmosferice. Numai Dunărea aduce anual, în medie, 228 de miliarde m^3 de apă și aproape 4 milioane tone de săruri.

Acest aport de apă dulce coboară salinitatea la suprafață, în partea centrală, la 19‰; salinitatea este mai mică de 16‰ pe coastele Bulgariei și României și sub 10‰ în vecinătatea Odesei. Primăvara marea este îndulcită pe o distanță de zeci de kilometri de la gurile marilor fluvii; atunci marea teritorială este populată cu pește de apă dulce.

Cercetările efectuate în 1954 de Stațiunea oceanografică de la Constanța în apele platoului continental între Sulina și Gura Portiței, pînă la meridianul 30°E, au condus la concluzia că salinitatea este foarte redusă la suprafață, coborînd uneori pînă sub 1‰ și menținîndu-se adeseori sub 10‰. Efectul apelor dulci dunărene s-a resimțit mai slab în partea sudică și sud-estică a zonei cercetate, datorită faptului că direcția curenților superficiali de la sud către nord a împiedicat deplasarea apelor dulci către est și sud. De aceea se explică valorile mai ridicate ale transparenței apei de mare și îndeosebi ale salinității, care atinge la suprafață, în octombrie, 15,36‰, valoare ce depășește apreciabil mediile din iulie și septembrie (9,14‰, respectiv 11,81‰).

Marea Azov, care este alimentată de fluviul Don, este și mai dulce decît Marea Neagră, astfel că salinitatea sa la suprafață nu trece de 11‰ în nici un punct, iar în golful Taganrog coboară chiar la 7‰.

Salinitatea la suprafață este de 18‰ în Bosfor, de 21—22‰ în Marea Marmara, de 25‰ în Dardanele. Apele de suprafață care trec din Marea Neagră spre Mediterana se amestecă deci destul de repede cu apele adînci și sărate care curg în sens invers.

Marea Roșie este una din cele mai sărate mări de pe glob. Salinitatea sa la suprafață descrește de la nord spre

sud. Ea atinge 41‰ în golful Suez și 43‰ la intrarea în canal. Salinitatea rămîne la valori ridicate (peste 40‰) pînă la latitudinea de 20°, iar mai la sud scade pînă la 37‰ (la Perim, în strîmtoarea Bab-el-Mandeb).

Golful Persic prezintă, de asemenea, o salinitate foarte ridicată, care atinge cifra de 40‰ în apropiere de Bușir și 38‰ în strîmtoarea Ormuz. În prezent în Kuweit, lîngă golful Persic se construiește cea mai mare instalație din lume pentru desalinizarea apei de mare. Ea va furniza la finele anului 1968 cca. 3 600 tone de apă dulce pe zi. La gura Tigrului și Eufratului (Zet-el-Arab) salinitatea coboară la 35‰.

Marea Baltică are salinitatea la suprafață de 30‰ (în regiunea unde ea comunică cu Marea Nordului prin strîmtorile Skagerrak și Kattegatt, cu un maxim în luna ianuarie și cu un minim în mai). Însă, de îndată ce s-au trecut strîmtorile daneze (de ex. Beltul Mare și Beltul Mic), valoarea salinității scade repede sub 10‰ (la est de Copenhaga). În golfurile Botnic și al Finlandei salinitatea scade chiar pînă la 1‰ (apa devine deci aproape dulce). Cauzele acestei salinități așa de mici sînt aportul de apă dulce al fluviilor, ploile abundente și evaporarea foarte slabă. În general, salinitatea este mai mare în estul mării decît în vest și mai mare în sud decît în nord.

2. *Salinitatea în adîncime*

Salinitatea variază în adîncime foarte diferit de la o regiune la alta. Astfel, în zonele tropicale și ecuatoriale ale oceanelor, salinitatea scade cu adîncimea. În mările închise, cum este Mediterana europeană, apele dulci aduse de fluvii și ploile au tendința să reducă salinitatea apelor de suprafață, astfel că se observă o creștere a salinității în adîncime.

În regiunile polare, apele de suprafață sînt îndulcite prin topirea gheții. Aceste ape mai ușoare rămîn în mod normal la suprafață, deci și aici se observă o mărire a salinității cu adîncimea.

În Mediterana de est, unde apa Atlanticului abia dacă se simte, salinitatea este foarte mare la suprafață, dar scade încet pe măsură ce crește adîncimea. În această zonă, salinitatea rămîne pînă la fund superioară aceleia din Mediterana de vest (38,7 față de 38,4‰).

În partea de nord, ca și în cea de est a Mării Egee, unde salinitatea este redusă la suprafață de către apele provenite din Dardanele, salinitatea crește cu adîncimea pînă la 200—300 metri.

În Marea Adriatică, salinitatea în adîncime este ceva mai ridicată decît la suprafață și își menține aproape aceleași valori în tot cursul anului.

În Marea Neagră salinitatea crește în mod regulat de la suprafață pînă la fund, unde atinge 22,38—22,39‰. Izohalinele se apropie între ele în martie, între adîncimile de 25 și 100 metri, iar în august între 50 și 100 metri.

Marea Neagră este alimentată cu apa sărată pe care o primește în adîncime prin Bosfor. Curentul adînc din Bosfor, care apare de la adîncimea medie de 20 de metri, aduce ape cu salinitatea de 35‰, pe cînd apa de la suprafață are o salinitate de numai 18—19‰. Apa venită din Bosfor, mai sărată și mai grea, se scurge spre fund, se amestecă cu apele existente și le mărește salinitatea pînă la 23‰.

În strîmtoarea Kerci, adîncă de 7,3 m, care unește Marea Azov cu Marea Neagră, se stabilește un dublu curent, analog situației din Bosfor : un curent de suprafață, care pătrunde pînă la adîncimea de 5 metri, transportă apa îndulcită a Mării Azov către Marea Neagră iar dedesubt, un curent contrar, cu salinitatea de 17‰, transportă apa Mării Negre în Marea Azov.

B. GAZELE DIZOLVATE ÎN APA DE MARE

În afară de săruri, apa de mare mai conține în disoluție gazele aerului : azot (N_2), oxigen (O_2) și acid carbonic (CO_2), acesta din urmă în stare de carbonate ale diferitelor metale, precum și în stare gazoasă, dizolvat.

În unele regiuni de coastă, unde putrezesc numeroase materii organice, și în apele adînci ale unor mări se întîlnește și hidrogenul sulfurat (H_2S).

Compoziția gazelor[1] din apa de mare variază cu poziția, cu ora zilei, cu temperatura, cu salinitatea și cu amplitudinea mareelor.

Aerul absorbit la suprafață și răspîndit în toate straturile apei este de o importanță vitală pentru fauna și flora mării. Flora se mărginește numai la straturile superioare, pînă la 200 de metri adîncime, pe cînd fauna nu are limite în adîncime.

Oxigenul. Cantitatea de oxigen dizolvat în apa de mare dă indicații asupra abundenței vieții vegetale și animale și asupra condițiilor de stagnare a apelor de adîncime. Dozarea oxigenului în apa de mare scoate și mai mult în evidență circulația marină din adîncuri.

Oxigenul dizolvat în apa de mare provine din contactul ei cu atmosfera. La suprafață apele sînt adesea saturate cu oxigen și conțin, potrivit cu temperatura și salinitatea lor, cam 4—8 cm^3 la un litru de apă. Distribuția oxigenului dizolvat în apele oceanelor variază foarte mult de la o regiune la alta (în regiunile cu alge abundente se produce o suprasaturație cu acest gaz). Cantitatea de oxigen dizolvat variază în sens invers cu temperatura, astfel că apele de suprafață din regiunea ecuatorială conțin mai puțin oxigen decît apele polare (aproape 4 cm^3 de oxigen se găsesc într-un litru de apă la ecuator și 7—8 cm^3 la latitudinile mari).

În adîncime, variațiile cantității de oxigen dizolvat sînt și mai mari. Ca regulă generală, la tropice, oxigenul scade cu adîncimea, atingînd cea mai mică cantitate la 400—700 m, după care crește din nou. La ecuator sînt numai 1—2 cm^3 de oxigen la litru de apă, iar cîteodată chiar mai puțin. În regiunile temperate și polare, cantitatea minimă de oxigen se întîlnește la adîncimi cuprinse între 500 m și 1 500 m. La adîncimi mari, cantitatea de oxigen dizolvat este mai mare decît la adîncimile medii.

1 În oceanografie, gazele se exprimă în volum, a cărui unitate este mililitrul (1 centimetru cub), într-un litru de apă de mare (1 000 centimetri cubi), la o temperatură bine definită și sub presiunea de 1 atmosferă.

La latitudini și adîncimi egale, cantitatea de oxigen dizolvat este mai mare în Oceanul Atlantic decît în Oceanul Pacific.

În Oceanul Indian există un minim de oxigen la adîncimea de 600—1 500 metri. Către sud și la adîncimile mai mari ale acestui ocean, cantitatea de oxigen dizolvat crește.

În urma explorărilor efectuate în Marea Neagră în 1924 de serviciul hidrografic al U.R.S.S. sub conducerea lui I. Sokalski și B. Nikitin s-a constatat că apa de la suprafață este totdeauna saturată cu oxigen ; curenții de convecție transportă acest gaz în straturile inferioare.

La suprafață, cantitatea de oxigen variază cu anotimpul, fiind mai mare în timpul iernii (martie 1924 : 7,62 cm^3 într-un litru de apă) și mai mică vara (august 1923 : 4,66 cm^3/litru). Oxigenul scade repede la larg pînă la adîncimea de 50 de m, iar în apropierea coastelor, pînă la 100 m ; la adîncimi mai mari, oxigenul continuă să scadă, însă destul de încet. În mijlocul mării s-a găsit 1 cm^3 de oxigen într-un litru de apă la adîncimea de 50 de metri ; mai puțin de 0,5 cm^3 la 100 m ; la 150 de metri nu se mai găsesc decît urme de oxigen dizolvat în apă. În apropierea coastelor, curbele izooxigene coboară pînă la 200 m. Adevărata limită inferioară a oxigenului n-a putut fi încă determinată, din cauza prezenței la această adîncime a hidrogenului sulfurat.

Contrar celor observate în alte mări, în Marea Neagră oxigenul încetează de a mai exista de la adîncimea de aproximativ 150—200 m din cauza lipsei curenților de convecție în adîncime. Toată masa de apă cuprinsă între această adîncime și fundul mării rămîne aproape complet nemișcată, iar puținul oxigen adus de apele Mării Egee este repede consumat și nu poate fi reînnoit.

Acidul carbonic. Izvorul principal de acid carbonic dizolvat în apa de mare este atmosfera. Respirația ființelor vii aflate la diferite adîncimi constituie o altă sursă de acid carbonic, la care se adaugă produsele de descompunere a materiilor organice, precum și acidul carbonic rezultat prin manifestațiile vulcanice submarine. Vegetația de la suprafața apei fixează acidul carbonic. Prin

analize s-a stabilit că aerul de deasupra mărilor și oceanelor conține cu o zecime mai puțin acid carbonic decît aerul de deasupra continentelor.

Hidrogenul sulfurat este prezent în acele mări ale căror straturi adînci nu comunică cu apa de la suprafață. Exemplul cel mai caracteristic este Marea Neagră. De asemenea, în părțile adînci ale unor fiorduri despărțite de mare prin praguri ridicate, apele stătătoare sînt încărcate cu hidrogen sulfurat.

La 150 m adîncime, în mijlocul Mării Negre, și la 200 m aproape de coaste se constată încă prezența hidrogenului sulfurat, deși în cantități mici. Începînd de la 150—200 m cantitatea de hidrogen sulfurat crește repede, astfel că la 2 000 m se apropie de 7 cm^3 pe litru.

Hidrogenul sulfurat din apele Mării Negre provine atît din descompunerea resturilor organice care se adună pe fundul mării, cît și din activitatea bacteriilor (acțiunea de reducere a sulfaților).

Cercetările bacteriologice făcute de B. Isacenko asupra diferitelor probe de nămol, luate din cîteva părți ale fundului Mării Negre, pînă la adîncimea de 2 120 m au stabilit că toate probele conțineau bacterii. Au fost identificate bacterii care produc hidrogen sulfurat în dauna sulfului albuminelor, însă în cantitate extrem de mică.

În general bacteriile sînt abundente în straturile superioare ale mărilor. Astfel s-a constatat că numărul de bacterii într-un mililitru de apă de mare este de 200 la 1 m adîncime, de 500 la 30 m ; nu este decît 20 la 100 m și sub această adîncime aproape nu mai există, pentru a crește în apropierea fundului la mai multe milioane. Bacteriile au o influență foarte mare în apa de mare și în sedimentele marine, căci ele transformă materia organică în diverse minerale și pot servi la nutriția multor animale.

C. MATERII ORGANICE

În afară de săruri și gaze, apele oceanelor conțin și materii organice. Sub acest termen se înțeleg toți compușii complecși care cuprind carbon, hidrogen, azot și adesea

sulf și fosfor. Între acești compuși azotul joacă cel mai important rol. El se găsește de fapt sub formă de amoniac, liber sau combinat.

Pe suprafața mărilor calde plutesc numeroase viețăți care au scheletul calcaros; totalitatea lor constituie *planctonul*. În apele polare, planctonul este lipsit aproape complet de elementele calcaroase.

Mirosul specific al apei de mare, gustul ei neplăcut, precum și unguența sa cînd vine în atingere cu pielea se datoresc materiilor organice; de altfel, proprietatea apei de mare de a fi foarte spumoasă se explică tot prin prezența acestor organisme.

În mările tropicale, unde viața animală este foarte răspîndită, cînd marea este calmă se adună la suprafață cantități considerabile de produse, care se întind ca un lichid uleios.

Pe coastele plane din regiunile calde, unde la mareea înaltă apa mării înaintează mult în interiorul uscatului, din cauza temperaturii înalte materiile organice din apă putrezesc repede și răspîndesc adesea miasme care îmbîcsesc aerul.

Chiar pe coastele Mării Negre și anume pe litoralul nostru, în timpul verii, cînd vînturile de la larg bat mai mult timp, valurile scot pe plajă cantități mari de vegetație și animale marine, care se descompun sub influența căldurii și răspîndesc un miros greu.

Cu toate acestea, în largul mării, valurile, curenții marini și circulația verticală produc mișcări intensive, amestecă straturile de apă între ele și împiedică îngrămădirea substanțelor organice și descompunerea lor, absorbind și distribuind apei cantități abundente de oxigen, care oxidează complet organismele aflate în descompunere.

Tot materiile organice, dintre care multe au proprietăți luminoase, contribuie prin structura lor la producerea unui interesant fenomen: fosforescența apei de mare.

Acum mai bine de un deceniu, savanți americani și englezi au descoperit în apele oceanului vitamina C și vitamina B_{12} prin procedee foarte minuțioase și precise. Cu toată cantitatea infimă a vitaminei B_{12}, aceasta stimulează procesele de dezvoltare a unor viețuitoare și plante.

Aceste exemple ne arată cît este de vast cîmpul de cercetări oceanografice în viitor.

D. SPUMA MĂRII

Cînd valurile mării deferlează, adică atunci cînd creasta formează „berbeci" și se prăbușește sub acțiunea vîntului, se produce spuma. Aceasta este uneori așa de abundentă încît poate schimba chiar culoarea mării. Spuma se formează prin îngrămădirea bulelor de aer la suprafața mării. Apa dulce agitată nu face spumă. Spuma este produsă nu numai de vînturarea energică a mării sub formă de valuri, ci și de întîlnirea curenților cu mase de apă de natură diferită. Materiile organice în soluție măresc posibilitatea ca apa de mare să facă spumă. Apele mai alcaline [1] produc relativ mai multă spumă.

Anumite benzi de spumă sînt foarte persistente și se regăsesc totdeauna în aceleași regiuni. Spre exemplu, în strîmtoarea Messina, ele se formează la limita curenților de mare și în regiuni așa de bine determinate, încît au putut fi trecute pe hartă. Aceste benzi de spumă se mai întîlnesc la limita curenților ecuatoriali și a contracurentului ecuatorial, la întîlnirea apelor reci ale fiordurilor Norvegiei cu apele relativ mai calde aduse de curentul Atlanticului de nord și, în fine, în strîmtoarea Gibraltar, în Marea Neagră etc. Adesea se întîmplă ca de o parte și de alta a unei benzi de spumă, apele să aibă aceeași temperatură și aceeași salinitate, încît nu se observă nici o diferență pronunțată de curenți.



Omenirea are nevoie de tot mai multă apă dulce pentru băut, pentru cerințele industriei și ale agriculturii. În acest scop, oamenii de știință își îndreaptă tot mai mult atenția spre a obține din apa mărilor și oceanelor, prin desalinizare, apa dulce trebuitoare. În unele țări ale lumii ca U.R.S.S. și S.U.A. s-au inițiat cercetări obținîn-

[1] Alcalinitatea crește direct proporțional cu salinitatea.

du-se rezultate promițătoare. În Grecia s-a reușit prin mijloace convenabile să se obțină destulă apă prin distilarea apei de mare, pe insula Rhodos, cu ajutorul căldurii solare. În orașul Buckeye, într-o regiune aridă din Arizona (S.U.A.), s-a construit o instalație de desalinizare a apei de mare care furnizează 2 500 000 litri apă dulce pe zi.

Un mijloc de separare a sării din apă îl constituie frigul. Dacă apa de mare este congelată, gheața formată nu conține decît apă pură, lipsită de sare și care se poate separa.

Dacă distilarea apei de mare este un procedeu artificial de evaporare pentru obținerea apei de băut, apoi evaporarea naturală este un procedeu pentru *extragerea sării din apa de mare.*

Pe studiul procesului depunerilor de săruri prin căldura solară se bazează industria extragerii sării din mare. Apa se răspîndește într-un strat subțire pe suprafețe mari, ceva mai jos decît nivelul mării. Sulfatul și clorura de magneziu se depun în același timp. Cînd reducerea volumului de apă atinge 1/33, depunerea sulfatului de calciu s-a terminat și clorura de sodiu apare sub formă de cristale.

Minele de sare *gemă* nu sînt decît depozite de sare ale vechilor oceane, care au cristalizat în trecutele epoci geologice.

[illegible]

... Marea Neagră etc. Adesea se întîmplă ca de o parte și de alta a unei benzi de spumă, apele să aibă aceeași temperatură și aceeași salinitate, încît nu se observă nici o diferență pronunțată de curenți.

*

Omenirea are nevoie de tot mai multă apă dulce pentru băut, pentru cerințele industriei și ale agriculturii. În acest scop, oamenii de știință își îndreaptă tot mai mult atenția spre a obține din apa mărilor și oceanelor, prin desalinizare, apa dulce trebuitoare. În unele țări ale lumii ca U.R.S.S. și S.U.A. s-au inițiat cercetări obținîn-

[1]) Alcalinitatea crește direct proporțional cu salinitatea.

Partea a IV-a DINAMICA MĂRII ȘI A OCEANULUI

IX VÎNTURILE

A. VÎNTURILE OCEANICE

Vînturile oceanice constituie obiect de studiu al meteorologiei marine, ramură a meteorologiei care s-a dezvoltat foarte mult în ultimele decenii.

Soarele reprezintă principala cauză a mişcărilor atmosferei, care dă naştere vînturilor. El încălzeşte în mod diferit aerul şi apa. Dacă marea este mai caldă decît aerul, straturile atmosferice în contact cu marea se vor încălzi, vor deveni mai uşoare şi se vor ridica ; în straturile inferioare se va produce o mişcare activă de înlocuire a aerului cald cu aer rece. În caz contrar dacă marea este mai rece decît aerul, straturile atmosferice în contact cu marea vor deveni mai reci, deci mai grele ; atmosfera va fi mai stabilă, fără precipitaţii.

Diferenţa de temperatură, denumită inversiune, poate deveni considerabilă în regiunile arctice, unde temperatura apei de mare nu scade sub — 2°C, în timp ce temperatura aerului coboară iarna mult sub această valoare. În unele regiuni ale oceanelor, în apropierea coastelor, diferenţa de temperatură între aer şi mare poate trece de 10°C ; în timpul zilei, aerul este mai cald decît marea ; în schimb, în timpul nopţii, aerul este mai rece. În plin ocean marea este în mod normal mai caldă decît aerul.

Cînd aerul se încălzește puternic, devine mai ușor și face ca presiunea în acel loc să fie mică. În consecință, dacă o regiune de pe glob se încălzește mai mult decît altele, ea se transformă într-un centru spre care converg curenții de aer. Pe glob există o regiune încălzită mai mult decît restul suprafeței pămîntului și anume porțiunea dintre ecuator și cele două tropice, denumită în climatologie zona toridă. Spre această zonă se scurg neîncetat masele de aer rece din regiunile polare, astfel încît dacă Pămîntul nu s-ar roti în jurul axului său, aceste mase de aer s-ar mișca direct de la nord la sud în emisfera boreală și de la sud la nord, în cea australă. Ca urmare a rotației Pămîntului, masele de aer nu merg în lungul meridianelor, ci sînt deviate spre dreapta în emisfera nordică și respectiv spre stînga, în emisfera sudică, căpătînd aspectul unor vînturi de nord-est în emisfera de nord (alizeul de nord-est) și de vînturi de sud-est, în emisfera de sud (alizeul de sud-est).

Cauza producerii acestor vînturi, numite alizee, fiind permanentă, iar direcția lor constantă, aceste vînturi sînt constante.

Alizeele încep să se simtă în Atlanticul de nord de la Madera, cîteodată chiar la sud de Portugalia. Ele suflă cu regularitate pînă aproape de ecuator timp de opt luni pe an.

Vînturile oceanice smulg în permanență apelor oceanului planetar vapori de apă și cristale de sare minuscule pentru a le transporta la mare distanță, dînd naștere acolo la picături ce formează nori. Prin producerea unor fenomene meteorologice ca : ploaia, grindina sau zăpada, oceanul atmosferic restituie lichidul oceanului, fie direct, fie prin intermediul fluviilor.

Calmuri ecuatoriale și subtropicale. Între alizeul de nord-est și cel de sud-est se găsește o regiune unde uneori aerul nu are nici o mișcare orizontală și unde un timp oarecare domnește un calm total. Pînă în prima jumătate a secolului al XIX-lea, această zonă era foarte periculoasă pentru navele cu vele, deoarece o dată intrate în ea, navele nu o mai puteau părăsi. Astăzi însă zona calmurilor se determină cu regularitate, așa că navele cu vele o pot evita.

Atît în Oceanul Atlantic, cît și în Oceanul Pacific, există cîte o zonă calmă ecuatorială ; în Oceanul Indian, regimul vînturilor face ca această zonă să aibă un aspect diferit.

Soarele fiind cauza calmurilor ecuatoriale, acestea vor urma mișcările anuale ale astrului, adică variația anuală a declinației sale. Astfel, vara, cînd declinația Soarelui este nordică, zona calmurilor urcă deasupra ecuatorului, în timp ce iarna coboară sub ecuator.

Aici vînturile sînt variabile și marea evaporație prezintă un cer acoperit și ploios, adesea însoțit de furtuni și uragane violente. Partea oceanică din această regiune cuprinde totdeauna curba de maximă temperatură a apei de mare exprimată prin 28°C. Acesta este *ecuatorul termic*. În Oceanul Atlantic calmurile sînt totdeauna deasupra ecuatorului și din această cauză nu există cicloni în Atlanticul de Sud.

În calmurile ecuatoriale temperatura este sufocantă și greu de suportat. Pe uscat, temperatura chiar de 50° se suportă mai ușor, pentru că acolo sudoarea se usucă, răcorind pielea. La tropice însă, mai cu seamă pe mare, pielea este mereu umedă și lipicioasă, parcă ar fi înăbușită.

În afară de calmurile ecuatoriale, în marile oceane, către latitudinile de 35° nord și sud, există așa-numite calmuri tropicale.[1]

Contraalizeele. După ce masele de aer s-au ridicat la ecuator în straturile superioare ale atmosferei, ele se îndreaptă spre poli, pentru a înlocui masele de aer ale atmosferei care au venit către ecuator prin straturile inferioare.

Aceste mase de aer constituie vînturi numite contraalizee, care, ca și alizeele, din cauza rotației Pămîntului, sînt deviate spre dreapta în emisfera de nord și spre stînga în emisfera de sud, devenind astfel vînturi de sud-vest, la nord de ecuator, și vînturi de nord-vest, la sud de ecuator.

1 Latitudinile calmurilor tropicale au fost numite de primii navigatori spanioli *latitudinile cailor*.

Un caz special și interesant este acela al vîntului de sud-vest, care se observă pe vîrful Tenerife, din Insulele Canare, situat la 3 710 m deasupra nivelului Oceanului Atlantic. La poalele acestui vîrf de munte suflă în tot timpul anului alizeul de nord-est, iar spre vîrf bate în permanență un vînt violent de sud-vest, care are exact direcția contraalizeului. Multă vreme s-a crezut că acest vînt este adevăratul contraalizeu. Cercetările făcute în anii 1904—1905 au dovedit însă că vîntul constant de sud-vest de pe vîrful Tenerife este un vînt local, care suflă de la ocean spre deșert, pe deasupra alizeului de nord-est, pe cînd contraalizeul de sud-vest bate mai sus.

Vînturile de vest. Ajungînd în regiunea polară, contraalizeele încep să coboare treptat către suprafața pămîntului, pentru a înlocui golul produs de masele reci care se scurg către ecuator. Aceste vînturi, ajunse la suprafața oceanului, au o direcție generală de la vest spre est, de unde și numele lor de vînturi de vest. Ele se mai numesc și „vînturi bune de vest", denumire rămasă de pe vremea folosirii navelor cu vele, cînd permiteau acestora să se reîntoarcă în Europa, venind dinspre America.

Vînturile de vest din Oceanul Austral bat aproape continuu în jurul paralelei de la 40° latitudine sudică.

Musonii. Oceanul Indian nu are un regim de vînturi atît de regulat ca oceanele Atlantic și Pacific, din cauza așezării sale (este larg deschis către regiunile australe și complet închis la nord, de țărmurile continentului asiatic).

Iarna, cînd continentul asiatic este rece, fenomenele din Oceanul Indian sînt asemănătoare celor din Atlantic și Pacific. În acest anotimp, regiunea supraîncălzită a ecuatorului atrage masele de aer rece de la nord și de la sud, ceea ce face ca în ocean să se creeze un dublu regim de alizee : nord-est, la nord de linie [1] și sud-est, la sud de aceasta.

Vara, lucrurile se petrec altfel. Uscatul se încălzește mai mult și mai repede decît marea. Continentul asiatic,

[1] „Linie" — veche expresie marinărească pentru ecuator.

în special peninsulele Indiei și Indochinei, are o temperatură ridicată, de unde rezultă o scădere de presiune deasupra acestor regiuni. Scăderea presiunii este aici mult mai importantă decît în regiunea ecuatorială și are ca efect atragerea maselor de aer vecine. Astfel, în timpul verii, aerul se scurge de la mare spre uscat. La nord de ecuator se formează deci vînturi de sud-vest (opuse vînturilor constante de nord-est din Atlantic și Pacific).

Vînturile de sud-vest din Oceanul Indian se numesc *musoni de vară*; ele suflă din aprilie pînă în septembrie. Vînturile care suflă în mod natural în timpul iernii, din octombrie pînă în martie, se numesc *musoni de iarnă*.

În timp ce musonii de vară, fiind vînturi care bat dinspre mare spre uscat, sînt vînturi umede, însoțite de ploi și de vreme închisă, musonii de iarnă, suflînd de la uscat spre mare, sînt vînturi uscate și însoțite de vreme senină.

La sud de ecuator, Oceanul Indian prezintă un regim regulat al alizeelor de sud-est, ca și Pacificul și Atlanticul, pe cînd partea nordică a acestui ocean este supusă regimului musonilor.

În timpul acestor schimbări periodice ale musonilor, atmosfera din nordul oceanului este sediul tempestelor. Atunci iau naștere amenințătoarele taifunuri din mările Indiei, din golfurile Bengal și Persic.

În general, ori de cîte ori o coastă supraîncălzită se găsește în apropierea unei mări mai puțin calde, această coastă atrage spre ea masele atmosferice maritime și dă naștere la musoni locali. Astfel de musoni, de o formă mai redusă, se întîlnesc în Golful Guineei, pe coasta Venezuelei, pe coasta Braziliei, în Indonezia, pe coastele Australiei. Aici, în timpul anotimpului cald, navigatorii intră în porturi totdeauna cu vîntul din pupa.

Musonii și alizeele sînt vînturi pe care pot să conteze navigatorii. Din acest motiv, Oceanul Indian a fost parcurs intens de către vase diferite încă din timpurile vechi, cînd arabii și malaezii, profitînd de regimul regulat al musonilor, întrebuințau, ca mijloc de locomoție, forța vîntului.

B. REGIMUL GENERAL AL VÎNTURILOR OCEANICE

Este important de cunoscut cum se produce circulaţia generală atmosferică deasupra oceanelor.

La formarea alizeelor, masele de aer cald se ridică vertical la ecuator, pentru ca apoi să meargă către poli, formînd contraalizele. Din cauza rotaţiei Pămîntului însă, contraalizeele sînt deviate, astfel că pe latitudinile mari, unde ele se apropie de pămînt, devin vînturi de vest. Ele se învîrtesc în jurul polilor cu o viteză mai mare decît viteza de rotaţie a Pămîntului în jurul axei sale. Prin urmare, ele sînt supuse la o forţă centrifugă mare, care ar trebui să producă un gol în regiunile polare, adică un minim de presiune. Pe de altă parte şi la ecuator există un minim de presiune produs prin încălzirea aerului. Între aceste regiuni trebuie să existe un maxim de presiune. Observaţiile arată că există într-adevăr un maxim de presiune pe toate oceanele, între latitudinile 30° şi 40° N şi S.

Maximele barometrice sînt situate mai aproape de coastele de vest ale continentelor decît de cele de est şi sînt supuse unor mici modificări anuale atît în ce priveşte presiunile barometrice cît şi în privinţa poziţiei lor. Ele se mută în timpul verii pe latitudini ceva mai mari şi revin în timpul iernii pe latitudini mai mici.

În centrul lor se simt calmuri şi vînturi slabe, variabile. De aici pornesc spre ecuator alizeele de NE şi de SE, iar spre poli, aşa-numitele vînturi de SV, în emisfera de nord şi vîntul de NV, în emisfera de sud, din zonele temperate. În părţile vestice ale zonelor cu maxim barometric predomină vînturile de SE, iar în cele de est, vînturile de NV, în emisfera de nord ; în emisfera de sud sînt dominante vînturile de NE şi SV. Prin urmare, există într-adevăr o circulaţie de vînturi anticiclonică.

În Atlanticul de nord centrul anticiclonic se găseşte în vecinătatea insulelor Azore şi se numeşte anticiclonul Azorelor.

Pe suprafaţa oceanelor există cinci anticicloane : unul în Atlanticul de nord, altul în Atlanticul de sud, un altul

în Pacificul de nord, un al patrulea în Pacificul de sud, și în fine, al cincilea în Oceanul Indian.

Din fiecare din aceste maxime barometrice, masele de aer pornesc în sensul acelor unui ceasornic în emisfera de nord și în sens invers în emisfera de sud. Urmărind direcțiile vînturilor, indicate astfel prin săgeți, se vede că acestea se racordează la alizee spre ecuator și la contraalizee spre latitudinile mari. Se mai vede apoi, în emisfera de sud, cum din cei trei anticicloni se alimentează vînturile de vest în mările de sud ale Oceanului Austral. În prima jumătate a secolului al XIX-lea, după studiile și aplicațiile savantului Maury, s-a ajuns ca navele cu pînze să execute drumul din Anglia în Australia și înapoi în medie de 125 de zile în loc de 250, realizîndu-se o navigație circulară în Oceanul Austral prin întrebuințarea vînturilor de vest, adică înconjurul Pămîntului.

Datele necesare asupra vînturilor oceanice sînt reunite în hărți speciale (hărți-pilot), publicate lunar sau trimestrial, după importanța oceanului respectiv. În aceste hărți sînt reprezentate vînturile dominante, direcția și forța lor, precum și procentul de calmuri în regiunea considerată probabilă a cicloanelor, limita ghețurilor plutitoare, izogonele (curbele care unesc punctele cu aceeași declinație magnetică). Pe ele sînt trasate drumurile navelor cu vele și ale navelor cu propulsie mecanică, zonele pentru care se dau avize speciale pentru navigatori. Pe margini și pe dos, hărțile-pilot conțin instrucțiuni, sfaturi, observații privind fenomene interesante pentru navigatori.

În același scop se publică și cărți-pilot ale oceanelor, care conțin instrucțiuni nautice pentru diferite drumuri oceanice. Ele conțin date meteorologice și hidrografice asupra drumului recomandat, asupra pericolelor eventuale etc.

C. CICLOANE

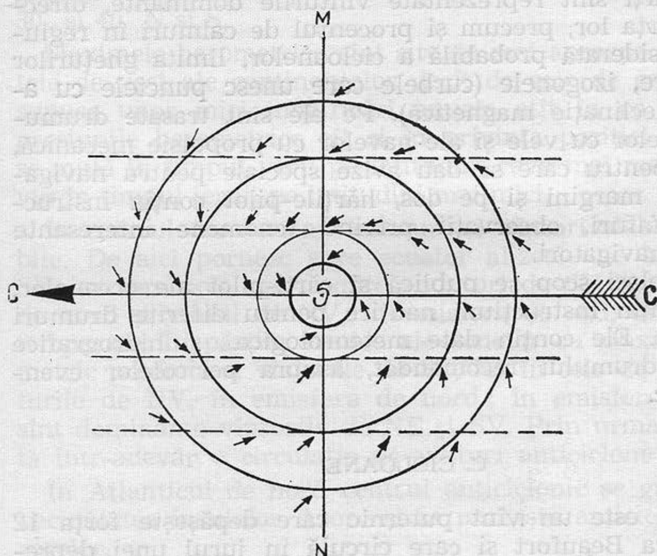
Ciclonul este un vînt puternic care depășește forța 12 din scara Beaufort și care circulă în jurul unei depresiuni importante. Un astfel de vînt mai poartă numele

de uragan în Atlantic, de taifun în mările Chinei și Japoniei și de hurican în golful Mexic.

Într-un ciclon izobarele au în general forma circulară, deformată spre exterior, în direcția de propagare a ciclonului. În centrul ciclonului se observă o zonă calmă (din punct de vedere al vîntului) numită calmul central, cu un diametru de 0—20 mile marine. În orice ciclon, vîrfurile se învîrtesc în jurul centrului în sens direct (invers acelor unui ceasornic) în emisfera de nord și în sens retro (sensul acelor unui ceasornic) în emisfera de sud. Vînturile fac un unghi de aproximativ 20° cu tangenta la izobare, acest unghi micșorîndu-se către centrul ciclonului.

Din punct de vedere nautic, un ciclon se împarte în două semicercuri : cel din dreapta traiectoriei, denumit semicercul periculos, iar cel din stînga, semicercul manevrabil sau navigabil.

Cadranul dinainte al semicercului periculos se numește cadran periculos. El reprezintă într-adevăr partea cea



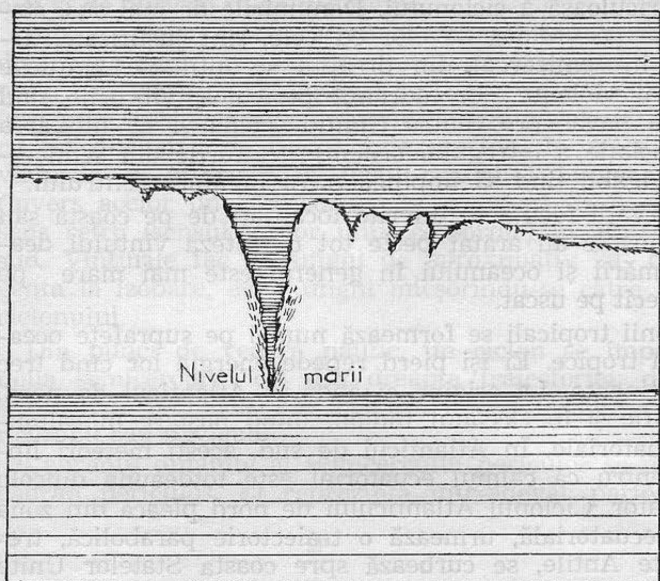
Ciclon

mai periculoasă a ciclonului. Denumirile de mai sus, stabilite de pe vremea navelor cu vele, sînt justificate, deoarece în semicercul din dreapta se întîlnesc vînturile cele mai violente ; în cadranul periculos, vînturile tind să ducă nava spre centru (ținînd seama și de mișcarea de translație a întregului sistem) ; vînturile din semicercul navigabil tind să împingă nava în afara centrului.

Observații făcute în diferite localități de pe coastă sau de pe insule au arătat peste tot că viteza vîntului deasupra mării și oceanului în general este mai mare pe mare decît pe uscat.

Ciclonii tropicali se formează numai pe suprafețe oceanice, la tropice. Ei își pierd repede energia lor cînd trec pe continente. La origine ei apar în Atlanticul de nord, în Pacific și în Oceanul Indian, luînd naștere în calmurile ecuatoriale. În Atlanticul de sud, acești meteori lipsesc pentru că calmul ecuatorial este totdeauna dincolo de ecuator. Ciclonul Atlanticului de nord pleacă din zona calmă ecuatorială, urmează o traiectorie parabolică, trece peste Antile, se curbează spre coasta Statelor Unite sau pătrunde în golful Mexic, după care se îndreaptă spre nord-est în largul oceanului. El apare în lunile de vară și la începutul toamnei și nicidecum în lunile de iarnă pînă la sfîrșitul lui aprilie. Uraganele Antilelor au în medie un diametru de 300 de mile. În golfurile Oman și Bengal din Oceanul Indian frecvența mai mare a ciclonilor este în lunile mai și octombrie. În octombrie 1963 a fost un sezon al furtunilor în Oceanul Atlantic. Serviciul de cercetare a uraganelor de la Miami (Florida) a publicat informația că din 8 furtuni dezlănțuite în Marea Caraibilor, 7 au fost uragane cu viteza vîntului de cca 180 km pe oră. Ele au provocat moartea a 6 800 de persoane și pagube materiale în valoare de 500 milioane dolari. Acesta a fost, după rapoarte, cel mai distrugător sezon de uragane în Oceanul Atlantic.

Printre formele de cicloni se numără și *tornadele* și *trombele*, de dimensiuni mult mai mici, primele avînd un diametru mediu de 300 metri ; trombele cu un diametru pînă la 20 metri apar sub formă de vîltori. Acești meteori înaintează totdeauna către nord-vest cu viteza de 25 mile



Trombă marină

pe oră în medie și adesea sînt însoțiți de ploaie torențială sau grindină. În mijlocul lor se produc uneori explozii de aer din cauza presiunii barometrice foarte scăzute și a mișcării ascendente foarte violente a apei.

D. VÎNTURI LOCALE

În afară de vînturile oceanice generale, în diferite mări există vînturi neregulate, care se datoresc unor cauze locale, în special reliefului sau depresiunilor secundare. Astfel de vînturi sînt : sirocco, bora, mistralul, crivățul, föhnul etc.

În sudul Europei, în special în Italia, Grecia și pe coastele dalmatice ale Iugoslaviei, bate vîntul din sud și sud-est, un vînt cald, umed. Sirocco, de pe coasta Algeriei, este un vînt cald, de sud, care-și ridică temperatura cu

încă 10° la 15°C atunci cînd se precipită de pe munți în jos spre coastă (aici temperatura este de 39°C). Spre coasta de nord a Spaniei bate de asemenea un vînt cald și uscat, de sud, care face să se ridice temperatura pînă la 38°C; în Franța, acest sirocco se numește vînt de Spania.

Bora este un vînt rece, anticiclonic, care bate în interiorul uscatului rece și cade de pe uscatul înalt și abrupt către marea caldă. Cel mai cunoscut este vîntul bora al coastei istriene, cu direcția NE, care se face simțit prin răceala și violența sa.

La fel de rece și de violent este și bora care coboară de pe coasta abruptă spre marea caldă, la Novorossiisk. Acest vînt local nu trebuie confundat cu crivățul, care bate pînă pe coasta de nord-vest a Mării Negre și peste Dobrogea. În Marea Adriatică, bora face să coboare temperatura numai rareori sub zero grade, pe cînd la Novorossiisk, unde vîntul bate dintr-o regiune mult mai rece, temperatura atinge mai multe grade sub zero, astfel că stropii de apă ai valurilor mării lovind puntea navelor se prefac în gheață. Efectul vîntului bora nu se întinde prea departe în largul mării, însă acolo unde vîntul bate, ridică repede valuri mari, ale căror creste sînt transformate într-o pulbere fină de apă, care se întinde ca o ceață pe suprafața mării.

Bora se formează cînd interiorul uscatului este supus unei ridicări repezi de presiune atmosferică, iar pe marea mai caldă s-a stabilit o depresiune care absoarbe cu repeziciune aerul rece de pe litoral. Violența vîntului este cu atît mai mare, cu cît și diferența de temperatură dintre interiorul uscatului rece și marea caldă este mai mare.

Adesea se întîmplă ca în sudul Adriaticei să bată sirocco chiar sub formă de tempestă sud-estică, pe cînd la Triest și la Fiume să domnească bora, vînt însoțit chiar de ploaie sau zăpadă.

Mistralul este un vînt de NV, care se manifestă cu deosebită forță în nordul Mediteranei occidentale și în special în golful Lyon. El se produce ori de cîte ori în golful Lyon se stabilește o depresiune care absoarbe aerul de pe platoul înalt și rece din centrul Franței.

Cînd diferenţa de presiune barometrică dintre platoul central al Franţei şi golful Lyon apare brusc, vîntul devine la fel de violent ca un uragan. Dacă depresiunea atmosferică se formează în centrul sau în nordul Italiei, atunci pe coastele Dalmaţiei bate sirocco şi este vreme caldă, în timp ce pe coasta regiunii Provence bate mistralul rece.

Crivăţul este vîntul rece de nord-est care bate din Ucraina, peste Marea Neagră, şi se manifestă în Dobrogea şi în sud-estul ţării noastre. El se formează mai cu seamă cînd depresiunile din Marea Mediterană înaintează în Marea Neagră şi atrag aerul rece din regiunea Ucrainei, unde presiunea barometrică este ridicată.

Föhnul este un vînt cald al Munţilor Alpi. Vînturi de acest gen se întîlnesc şi în Groenlanda, în Islanda, pe coasta de sud a Mării Caspice, pe coasta de est a Coreei, în Georgia de sud şi în alte părţi.

Aceste vînturi se formează atunci cînd pe o parte a masivului stîncos presiunea atmosferică este ridicată, iar pe cealaltă scăzută. Din cauza diferenţei de presiune, aerul se mişcă dinspre locul cu presiune ridicată spre locul cu presiune scăzută şi trece peste masiv, ridicîndu-se întîi pe un versant şi coborînd apoi pe celălalt.

Föhnul de pe coasta de vest a Groenlandei este un vînt de est şi sud, foarte cald şi uscat, care suflă peste toată Groenlanda şi coboară de pe înălţimile acesteia cu forţă de tempestă peste fiorduri. El se încălzeşte la coborîre şi, ajuns pe coastă, ridică temperatura aerului cu 12°C şi chiar cu 20°C peste medie în timpul iernii şi cu 11°C primăvara. Au fost ani cînd pe latitudinea de 72° föhnul a ridicat temperatura la 10°C, adică cu 25°C peste temperatura mijlocie. În alţi ani, föhnul a bătut în vestul Groenlandei timp de 20 zile, ridicînd temperatura în sudul coastei cu 8°C şi în nord cu 15°C peste valoarea medie.

Originea föhnului din Groenlanda este următoarea: în sudul strîmtorii Davis se produce de obicei o depresiune barometrică, iar în nordul Atlanticului, în regiunea Islandei, ia naştere un maxim de presiune; se formează astfel vînturi de est şi de sud-est, care trec peste înăl-

țimile de 2 000 m ale interiorului Groenlandei și coboară spre mare. Ele îndulcesc climatul regiunii fiordurilor.

Iarna, pe țărmul sudic al Mării Caspice, în provincia Gilan și în special înspre localitatea Reșt, bate un vînt tempestuos, uscat și fierbinte, care coboară de pe înălțimile de 2 400 m, acoperite cu zăpadă, ale Muntelui Elbrus.

Interesant este și föhnul de pe coasta de est a Coreei. De pe înălțimile de 1 500 m ale munților care se întind în lungul coastei coboară dinspre nord-vest, mai ales primăvara și toamna, vînturi calde și uscate.

Pe insula din sud a Noii Zeelande bat vînturi furtunoase de nord-vest, care provoacă ploi abundente pe partea vestică a munților insulei și apoi coboară, supraîncălzite și uscate, de la înălțimile de 2 500 m spre coasta estică.

În Georgia de sud, sub influența vînturilor föhn, temperatura maximă din timpul iernii atinge maxima din timpul verii din acea regiune. În strîmtoarea Gibraltar suflă uneori un vînt atît de puternic, încît poate mătura obiectele neancorate de pe puntea vaselor.

E. BRIZELE DE MARE ȘI DE USCAT

Tot printre vînturile locale se citează și brizele de mare și de uscat, care se formează datorită diferenței de căldură dintre mare și uscat. Ele sînt de mare importanță mai ales în regiunile tropicale. Sînt vînturi periodice opuse și se observă zilnic, în special vara.

În timpul zilei, încălzirea suprafeței terestre produce o scurgere de aer de la mare spre continent (briza de mare) ; în timpul nopții, răcirea mai repede a uscatului face să se nască un vînt contrar, de la uscat spre mare (briza de uscat). Aceste vînturi suflă de la suprafața solului pînă la o înălțime oarecare (sub 200 m) ; la înălțimi mai mari, mișcarea aerului este contrară.

Brizele își întind acțiunea pînă la distanța de 40 sau 50 km și nu apar perpendiculare pe direcția mijlocie a coastei, ci oblice, în virtutea rotației Pămîntului. Ele nu

au viteză mare și sînt mascate de vînturile care se produc din cauza configurației izobarice.

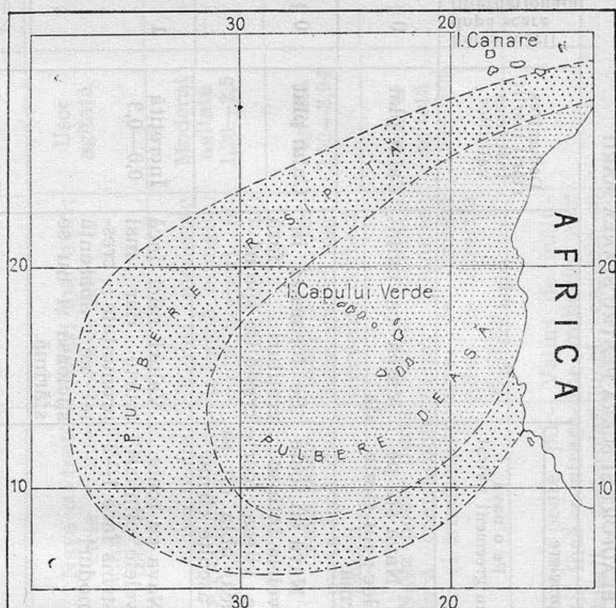
Briza de uscat este precedată cîteodată, în largul mării, de miros de plante și flori, care umple deodată atmosfera mai înainte ca să se simtă briza.

Briza de mare se recunoaște în larg după încrețirea suprafeței apei și după coloritul ei întunecat (pe cînd, în același timp, aproape de țărm marea este încă o oglindă cu suprafața strălucitoare). Briza de mare este binefăcătoare nu numai prin răcoarea ei relativă, ci și prin aceea că ea transportă aerul curat al mării în interiorul litoralului și împrăștie miasmele, care adesea sînt așa de nesănătoase pe coastele plane din regiunile tropicale. Influența brizei de mare scade în interiorul uscatului cu cît distanța de la marginea mării se mărește. Vîntul este rece la țărmul mării și scade chiar temperatura mijlocie normală a zilei ; el devine însă treptat mai cald în interiorul uscatului și păstrează în același timp mirosul său proaspăt și caracteristic al mării.

Briza de uscat este, de regulă, mult mai slabă decît briza de mare, din cauza rezistenței pe care o întîmpină în drumul ei din partea uscatului.

Din decembrie pînă în februarie, în epoca cînd alizeul de nord-est are cea mai mare regularitate, o ceață deasă de nisip saharian acoperă o parte importantă a regiunii orientale a Atlanticului, cuprinsă între coasta Africii și meridianul de 37° vest. În această zonă atmosfera este ploioasă, iar vizibilitatea redusă pînă la două mile ; soarele nu apare decît ca un disc roșiatic ; o pulbere fină acoperă puntea navelor. S-a dovedit că numai curenții de aer de la înălțimea de 1 000 la 2 000 de metri transportă această pulbere sahariană deasupra oceanului. Ea termină prin a cădea în mare și a se depune pe fundul oceanului, îngroșînd sedimentele.

Marea Neagră este supusă regimului continental al vînturilor. Aici, în afară de vînturile dominante din sectorul de nord, în anotimpul rece, și de cele din sectorul de sud, în anotimpul cald, se mai formează vînturi de litoral între mare și coastă — brize de mare și brize de uscat — care devin periodice în anotimpul de primăvară.



Pulbere sahariană deasupra Atlanticului în ianuarie

În acest anotimp marea este rece, iar uscatul e puternic încălzit de soare, ceea ce face ca între orele 10—11 să înceapă un vînt rece dinspre mare, care bate toată ziua.

F. CLASIFICAREA VÎNTURILOR

Vînturile sînt desemnate totdeauna prin direcţia de unde vin.

Direcţia vîntului se arată la bord în carturi (un cart are 11°15').

Viteza vîntului se măsoară cu anemometrul (sau se apreciază după influenţa sa asupra valurilor, asupra velelor, pavilionului, fumului etc.) şi se exprimă în metri pe secundă. Marinarii folosesc termenul de „forţa vîntului", care înseamnă tăria vîntului (nu are sensul de „for-

SCARA BEAUFORT ŞI SCARA PENTRU STAREA MĂRII

Forţa vînt Beaufort	Viteza vînt m/s	Viteza vînt Nd/h	Denumire	Criterii de apreciere: Pe o navă de pescuit	Criterii de apreciere: Pe o navă cu greement pătrat	Starea mării	Denumirea stării mării; Înălţimea valurilor	Forţa mării după scara internaţională
0	0,0—0,2	sub 1	Calm	—	Nava stă pe loc ; nu simte cîrma	Marea ca oglinda	Calm plat	0
1	0,3—1,5	1—3	Adiere uşoară	Navele mici guvernează bine cu vînt larg	Nava cu toate velele întinse ; are viteza foarte mică, abia cît să asculte cîrma	Se formează încreţituri fără creste de spumă	Calm plat	0
2	1,6—3,3	4—6	Briză uşoară	Navele mici cu gabierii şi velele strai plin şi strîns	Nava cu toate velele plin şi strîns face 1—2 noduri	Valuri mici încă scurte dar mai pronunţate ; creste cu aparenţă sticloasă şi nu se sfărîmă.	Încreţită 0,0—0,3	1
3	3,4—5,4	7—10	Briză bună	Navele mici cu gabierii şi velele uşoare întinse plin şi strîns dau uşor bandă şi fac pînă la 3—4 Nd	Nava cu toate velele întinse, plin şi strîns ; face 3—4 Nd	Valuri mai mari cu creste care se sfărîmă ; berbeci izolaţi	Frumoasă 0,3—0,6	2

(continuare)

Forța vînt Beaufort	Viteza vînt m/s	Viteza vînt Nd/h	Denumire	Criterii de apreciere: Pe o navă de pescuit	Criterii de apreciere: Pe o navă cu greement pătrat	Starea mării	Denumirea stării mării; Înălțimea valurilor	Forța mării după scara internațională
4	5,5—7,9	11—16	Briză moderată	Navele mici sub toate velele dau bandă apreciabilă	Nava cu toate velele întinse, plin și strîns face 5—6 Nd	Valuri mai mari; berbeci deși	Ușor agitată	3
5	8,0—10,7	17—21	Briză rece	Navele mici reduc velatura	Nava poate purta încă rîndunicile	Valuri moderate de formă alungită; mulți berbeci (eventual sar stropi)	Moderat agitată 1,20—2,5	4
6	10,8—13,8	21—27	Briză tare	Navele mici iau două terțarole la velele aurice	Nava poate purta încă zburătorii	Încep să se formeze valuri mari; frecvenți berbeci	Agitată 2,50—3,94	5
7	13,9—17,1	28—33	Aproape furtună	Navele mici rămîn în port; cele din mare iau capa	Nava poate purta încă contragabierii și trinchetinul	Marea îngrămădește valurile; dîre de spumă albă în direcția vîntului	Foarte agitată 3,94—6,06	6
8	17,2—20,7	34—45	Furtună	Navele mici se adăpostesc	Nava poate purta încă contragabierii terțarolați	Valuri de înălțime mijlocie, dar lungi; crestele se		

(continuare)

Forța vînt Beaufort	Viteza vînt m/s	Viteza vînt Nd/h	Denumire	Criterii de apreciere: Pe o navă de pescuit	Criterii de apreciere: Pe o navă cu greement pătrat	Starea mării	Denumirea stării mării; Înălțimea valurilor	Forța mării după scara internațională
					și velele inferioare	sparg în stropi; spuma aruncată în dîre precise pe direcția vîntului; stropii de apă îngreunează vizibilitatea		
9	20,8—24,4	40,4—47	Furtună tare	—	Nava poate purta încă gabierii și velele inferioare	Valuri înalte; dîre groase de spumă; marea mugește; vizibilitatea redusă (stropi mari)		
10	24,5—28,4	48—55	Tempestă	—	Nava poate purta încă gabierul mare și trinca terțarolată	Valuri foarte înalte cu creste deferlante; spumă în pete mari; suprafața mării albă; muget puternic; vizibilitate redusă	Mare înaltă 6,06—9,09	7

(continuare)

Forța vînt Beaufort	Viteza vînt m/s	Viteza vînt Nd/h	Denumire	Criterii de apreciere: Pe o navă de pescuit	Criterii de apreciere: Pe o navă cu greement pătrat	Starea mării	Denumirea stării mării; Înălțimea valurilor	Forța mării după scara internațională
11	28,5—32,6	56—63	Tempestă violentă	—	Nava poate purta încă velele de furtună	Valuri excepțional de înalte; marea complet acoperită cu pete mari de spumă; vîrfurile crestelor valurilor sînt pulverizate; vizibilitate redusă	Mare foarte înaltă 9,9—13,5	8
12	32,7—36,9	64—71	Uragan	—	Nava nu mai poate purta nici o velă, dar are oarecare viteză datorită efectului vîntului asupra operei moarte și a greementului	Aerul îmbibat cu spumă și stropi; marea complet albă; vizibilitatea foarte redusă	Fenomenală peste 13,5	9
13	37,0—41,4	72—80	Uragan	—	—	Condițiile de mai sus se accentuează treptat		

(continuare)

Forța vînt Beaufort	Viteza vînt		Denumire	Criterii de apreciere		Starea mării	Denumirea stării mării, înălțimea valurilor	Forța mării după scara internațională
	m/s	Nd/h		Pe o navă de pescuit	Pe o navă cu greement pătrat			
14	41,5—46,1	81—89	Uragan	—	—	Condițiile de mai sus se accentuează treptat		
15	46,2—50,9	90—99	Uragan	—	—	Condițiile de mai sus se accentuează treptat		
16	51,0—56,0	100—108	Uragan	—	—	Condițiile de mai sus se accentuează treptat		
17	56,1—61,0	109—118	Uragan	—	—	Condițiile de mai sus se accentuează treptat		

ţă", din mecanică). Forţa vîntului se notează după scara internaţională Beaufort.

În apropierea coastelor, vîntul îşi modifică adesea direcţia şi forţa. În partea de sub vînt a unei coaste înalte se întîlneşte de multe ori calm sau o direcţie neregulată a vîntului. Cînd vîntul bate spre o coastă înaltă, peste care trebuie să treacă, se observă nu numai la poalele dealului, ci chiar la o distanţă oarecare pe mare vînt de la coastă, provocat de răsfrîngerea aerului comprimat.

X MIȘCĂRI DE OSCILAȚIE ALE MĂRII

A. VALURILE

Apa mărilor și a oceanelor este totdeauna în mișcare din cauza vîntului, a erupțiilor vulcanice sau a cutremurelor de pămînt, din cauza atracției aștrilor apropiați și, în sfîrșit, din cauza densității și temperaturii apei.

Unele mișcări ale mării sînt ondulatorii și de scurtă durată, ca efect direct al vîntului asupra suprafeței mării. Aceste mișcări constituie hula și valurile.

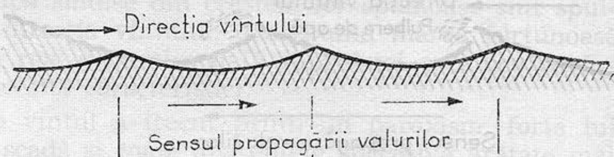
Alte mișcări au o perioadă mai lungă : o jumătate de zi, o zi întreagă și cîteodată chiar mai mult (fenomenul mareei).

În sfîrșit, există mișcări datorite transportului de apă pe distanțe diferite, sub acțiunea curenților marini.

Aceste mișcări diferite influențează puternic asupra climatului, navigației, topografiei litorale, distribuției florei și faunei marine, pescuitului etc.

1. *Hula și legile ei*

Mișcarea valurilor constă din ridicarea și coborîrea ritmică a suprafeței mării. Cu acest prilej se formează la intervale aproape egale îngrămădiri de apă — *crestele valurilor* — urmate de goluri — *fundurile valurilor* —



Regim de valuri regulate

care se propagă cu viteză mare pe direcția perpendiculară a formării lor.

În general vorbind, agitația suprafeței mării se datorește acțiunii vîntului, care pune în vibrație moleculele lichide și le determină să oscileze pe orbite circulare.

Fenomenul începe, la o adiere ușoară, prin apariția unor mici încrețituri la suprafața mării calme. Apoi, sub persistența brizei, încrețiturile devin ondulațiuni ușoare în formă de semiluni, în ale căror concavități suflă vîntul. Aceasta este *marea încrețită*. Cînd briza se întărește, micile încrețituri cresc în dimensiune și devin coline, încadrate de cîte două văi și care par a se propaga la suprafața mării cu linia crestelor perpendiculară pe direcția vîntului. Astfel, o mică colină este urmată de o serie de alte coline, toate la egală distanță unele de altele și separate prin văi identice. Atîta vreme cît vîntul își păstrează aceeași intensitate și nu este prea tare, sistemul de valuri este regulat și fiecare colină, denumită creastă, prezintă două povîrnișuri, denumite pante aproape simetrice, iar *marea este bună.*

Cînd briza devine mai tare, fenomenul își pierde simetria prin faptul că pantele crestelor sînt acoperite de alte mici ondulațiuni secundare. Acum cele două pante



Valuri forțate

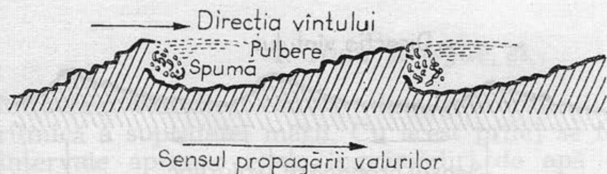


Valuri cu pulbere de apă

nu mai sînt identice : cea de sub vînt are o pantă mai repede decît aceea din fața vîntului, adîncimea fundurilor dintre creste crește și astfel ne găsim într-un regim de valuri forțate, cînd valurile cresc în înălțime și marea devine *agitată.*

Dacă forța vîntului crește în intensitate, atunci valurile se adîncesc și mai mult, panta lor de sub vînt devine și mai înclinată și se întîmplă ca unele creste de valuri să depășească nivelul planului orizontal reprezentat prin crestele tuturor celorlalte valuri și apoi molecule de apă să fie smulse de vînt și spulberate înainte, constituind acea *pulbere de apă,* care se observă pe *marea montată.* Alteori, sub violența crescîndă a vîntului, partea superioară a crestei valului este împinsă mult înainte, trece peste panta de sub vînt și, nemaiputînd fi susținută de moleculele de dedesubt, se rupe și se rostogolește înainte: valul se frînge sau *deferlează.* Bulele de aer, prinse prin această cădere, ies la suprafață prin masa de apă și produc acea spumă caracteristică a *mării cu berbeci.*

Cînd, în fine, vîntul atinge intensitatea sa maximă, valurile ajung și ele la o înălțime limitată, pe care nu o mai depășesc din cauza gravitației și fiecare din ele formează un adăpost pentru cele următoare ; numai pică-



Valuri deferlante

turile de apă smulse din crestele lor spumoase sînt spulberate în direcția vîntului, constituind marea furtunoasă sau marea rea, denumire dată suprafeței oceanice cu înfățișarea acestor caracteristici.

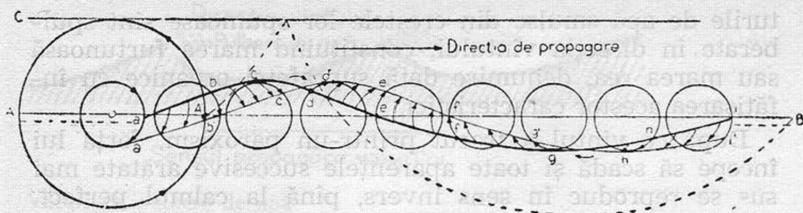
După ce vîntul a trecut printr-un paroxism, forța lui începe să scadă și toate aparențele succesive arătate mai sus se reproduc în sens invers, pînă la calmul perfect. Atunci nu mai rămîne din regimul de valuri forțate decît o *hulă regulată*, care se propagă majestos de la o margine la cealaltă a orizontului oceanic după reguli matematice bine definite.

În regiunile calmurilor ecuatoriale și tropicale există ondulațiuni fără să fie un suflu de vînt care să încrețească măcar suprafața oceanului. În mijlocul acestor calmuri clasice, de o parte și de alta a ecuatorului se produc acei munți de apă care se ridică și coboară în mod ritmic. Ei sînt urmele vizibile ale valurilor produse de vînt la distanță de mii de kilometri de la locul de observație. Prin urmare, la aceste ondulațiuni nu este *materia* care se transportă, ci se transportă *mișcarea* sub formă de energie.

Un fenomen curent de observație ne lămurește acest mecanism: dacă privim un lan de grîu copt, cînd un vînt bun suflă peste el, atunci observăm că adevărate valuri parcurg suprafața cîmpului de grîu deși este evident că spicele nu sînt transportate, pentru că tulpinele grîului sînt fixe în pămînt.

Ca să înțelegem mai bine mecanismul acestei mișcări, să ne închipuim o lungime de undă, care progresează de la stînga la dreapta. În figură cele două cercuri mici reprezintă traiectoriile circulare identice a nouă molecule de apă de la suprafața mării calme, egal distanțate între ele.

Toate aceste molecule descriu în sensul mișcării acelor unui ceasornic, unele după altele, cîte o traiectorie circulară identică, astfel că într-un moment dat întregul mecanism prezintă aspectul din figură. După cum se vede, molecula *a* a terminat o oscilație și a ajuns la punctul de plecare al traiectoriei, pe linia *AB* (linia de unire a centrelor tuturor traiectoriilor) ; molecula *b*, care



Mişcarea orbitală a moleculelor lichide şi profilul hulei

a început mişcarea sa mai tîrziu cu 1/8 din perioada de oscilaţie *P*, se află în acelaşi moment faţă de molecula *a*, întîrziată cu 1/8 din traiectoria circulară ; molecula *C* se află întîrziată cu 2/8 etc. ; molecula *i*, în fine, se află în aceeaşi fază de oscilaţie cu molecula *a*. Linia groasă a celor două puncte *a, b, c...i* reprezintă profilul valului sau hulei.

Masa de apă adunată *a, b, c, d, e* deasupra liniei *AB* formează *creasta valului*, cea de dedesubtul liniei, *e, f, g, h, i*, este *fundul valului*. O creastă şi un fund împreună constituie un *val simplu* sau *hulă* ; întinderea orizontală de la *a* la *i* sau distanţa între două creste sau două funduri succesive, este *lungimea valului* ; distanţa verticală între punctul cel mai ridicat şi cel mai adînc al valului, adică diametrul cercurilor traiectoriilor este *înălţimea valului*. *Creasta valului compus* este formată din totalitatea punctelor celor mai ridicate ale valurilor simple, care împreună se găsesc pe o linie perpendiculară pe direcţia de propagare a valului ; linia care uneşte punctele cele mai coborîte ale valurilor simple formează *fundul valului compus*.

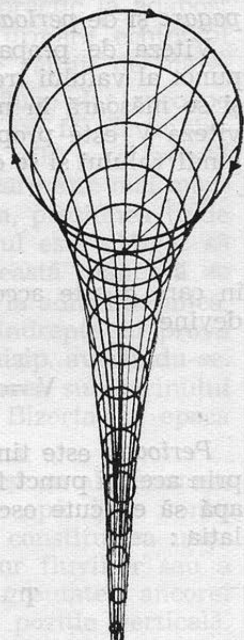
Curba *a, b, c, d, e, f, g, h, i*, care reprezintă profilul valului, se cheamă *o cicloidă desfăşurată* sau, mai simplu, *o trohoidă*.

Curba A', C', B', descrisă de cercul mare cu raza $AO = R = \frac{L}{2\pi}$ (L fiind lungimea valului) în timp ce rulează

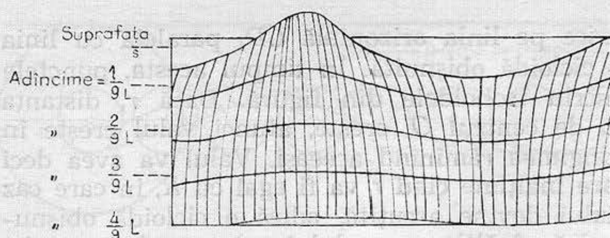
fără alunecare pe linia orizontală *CD*, paralelă cu linia *AB*, este o cicloidă obișnuită. În timpul acesta, punctele *a* și *a′* descriu trohoidele din figură. Dacă *r*, distanța punctului *a* de centrul *O*, crește, atunci valul crește în înălțime, lungimea rămînînd aceeași. Valul va avea deci cea mai mare înălțime cînd *r* va fi egal cu *R*, în care caz creasta valului devine ascuțită, adică o cicloidă obișnuită. În practică înălțimea valului este totdeauna mai mică decît lungimea valului, $2R < \frac{L}{\pi}$.

Pentru înțelegerea procesului care se petrece în interiorul unei mase de apă de dimensiuni infinite, pusă în oscilație de valuri, să ne închipuim întreaga masă de apă liniștită împărțită în straturi subțiri orizontale și în nenumărate firișoare verticale și să examinăm pozițiile și mișcările lor sub influența valurilor care trec peste ele.

Trohoidele produse de valuri devin din ce în ce mai plate cu creșterea adîncimii și punctele lor din pozițiile cele mai înalte și cele mai adînci se propagă în mod uniform și rămîn totdeauna vertical, unele sub altele. Moleculele firișoarelor de apă oscilează în cercuri orbitale, ale căror centre se găsesc vertical unele sub altele pe linia firului din mijloc; molecula superioară descrie cel mai mare cerc, cele inferioare descriu cercuri din ce în ce mai mici, pe cînd molecula cea mai de jos rămîne nemișcată. Fiecare firișor de apă se apleacă cu capătul de sus cînd într-o parte, cînd în cealaltă, în care timp el devine cînd mai scurt, cînd mai lung, și rămîne vertical numai atunci cînd cel mai înalt sau cel mai adînc punct al hulei trece peste el, în primul caz avînd pozi-



Orbitele moleculelor în funcție de adîncime



Structura internă a valurilor

ţia cea mai lungă şi fiind mai subţire, iar în celălalt caz este mai scurt şi mai gros.

Fiecare masă de apă care în secţiune este mărginită de cîte două firişoare alăturate şi de cîte două linii de valuri suprapuse are acelaşi volum ca şi celelalte şi-l păstrează în toate fazele de mişcare.

Între caracteristicile hulei, în afară de lungimea şi înălţimea ei, trebuie considerate şi noţiunile de *viteză de propagare* şi de *perioadă* a hulei sau a valului.

Viteza de propagare corespunde timpului în care un punct al valului trebuie să parcurgă un spaţiu determinat şi se măsoară în metri pe secundă. În apă foarte adîncă viteza V este proporţională cu rădăcina pătrată a lungimii valului şi se exprimă prin

$$V = \sqrt{\frac{g \cdot L}{2\pi}},$$

în care g este acceleraţia gravitaţiei. V la 45° latitudine devine

$$V = \sqrt{\frac{9{,}81 \times L}{2 \times 3{,}14}} = 1{,}25 \sqrt{L}.$$

Perioada este timpul în care două creste succesive trec prin acelaşi punct fix sau timpul necesar unei molecule de apă să execute oscilaţia completă şi se exprimă prin relaţia :

$$T = \sqrt{\frac{2\pi L}{g}} = 0{,}80 \sqrt{L}.$$

Lungimea de undă se exprimă prin :

$$L = \frac{g \cdot T^2}{2\pi} = 1{,}56\ T^2.$$

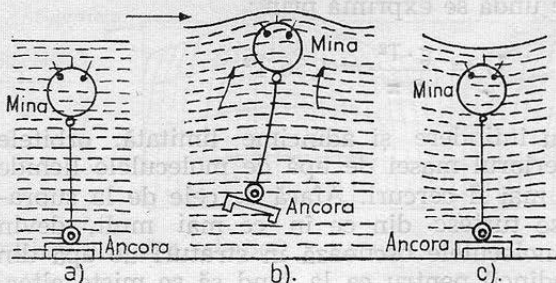
În mările cu întindere și adîncime limitată, orbitele descrise în interiorul masei de apă de moleculele lichide încetează de a mai fi cercuri. Afară de cele de la suprafață, orbitele se turtesc din ce în ce mai mult, devin elipse (cu cît moleculele oscilează în straturi de apă din ce în ce mai adînci) pentru ca la fund să se miște alternativ, în linie dreaptă.

Este important de știut, de asemenea, pînă la ce adîncime se poate constata existența valurilor. Prin cîteva experiențe efectuate tocmai în acest scop s-a putut stabili că la o adîncime de 40 de metri, particulele de apă prezintă oscilații cu amplitudini de 0,5 metri.

S-a mai constatat că la adîncimea de 60 de metri, un submarin scufundat se găsește în mod practic la adăpost de mișcările produse de valuri ; prin urmare echipajul său este ferit de efectele neplăcute ale răului de mare.

Cînd submarinul navighează în imersiune dar aproape de suprafață, valurile produc asupra lui un fel de împingere în sus. Aceasta se întîmplă, cînd se află pe o creastă de val, din cauza *presiunii hidrostatice,* care este mai mare decît în „fundul" valului. În felul acesta, presiunea tinde să-l readucă la suprafață, iar submarinul este obligat să pună cîrma orizontală în jos. Dacă această manevră se execută prea repede și pe un fund aflat la adîncime mică, se poate întîmpla ca submarinul să se îndrepte cu prova în jos și să se înfunde în nămol sau în nisip, avariindu-se. Un accident de acest fel a dus la pierderea submarinului francez *Lutin* scufundat în rada de la Bizerta, în epoca de la începutul folosirii submarinelor.

Variația presiunii hidrostatice explică și un alt fenomen important pentru ducerea războiului pe apă. Este vorba de folosirea minelor submarine pentru constituirea unor baraje de apărare a porturilor, a gurilor fluviilor sau a regiunilor de coastă. Pe mare calmă, greutatea ancorei este suficientă ca să mențină mina în poziție verticală.



Deplasarea unei mine sub acțiunea hulei

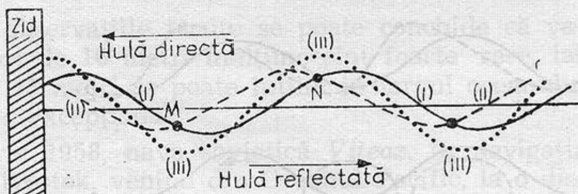
Cînd se produce hula, dacă trece creasta unui val peste mină, presiunea hidrostatică crește și ridică ancora de pe fund. În acest caz mina este deplasată. Cînd însă presiunea hidrostatică scade, mina se ancorează din nou de fund, însă ceva mai departe. Ea se mișcă astfel din loc în loc, și poate să atingă funduri mici unde devine periculoasă chiar pentru navele proprii.

Pe fundul mărilor, la 180 metri adîncime, s-au mai observat mici dune, dovadă a existenței hulei la aceste adîncimi.

S-a constatat, de asemenea, că avariile produse la cablurile telegrafice submarine așezate pe fund stîncos, la adîncimi de 1 200—1 800 m se datoresc acțiunii valurilor în timpul furtunilor puternice.

Tot ce s-a spus pînă aici corespunde hulei regulate, care se propagă singură și fără vînt pe ocean. Cînd hula simplă întîlnește o altă hulă, tot regulată, se produce un fenomen de interferență, care are ca rezultat formarea unei noi hule.

Dacă o hulă directă vine din largul mării și se izbește de un chei vertical, ea se reflectă dînd naștere unui al doilea sistem de unde (hula reflectată), de aceeași perioadă, de aceeași lungime și de aceeași înălțime cu unda incidentă. Aceste două profiluri se combină, rezultînd o hulă care are aceeași lungime ca și precedentele, însă înălțime mai mare.



Fenomenul interferenței

Tot prin interferență se pot produce unde cu înălțime mărită care nu mai efectuează mișcări de propagare, ci se ridică și coboară pe loc, generînd așa-numitele *hule staționare*.

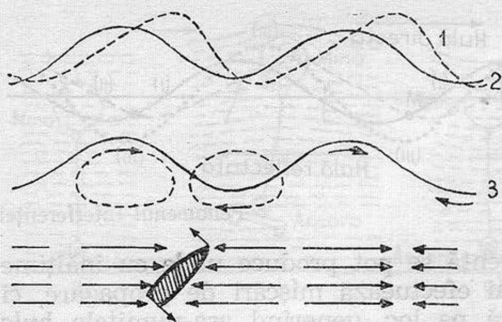
Persistența hulei. În largul mării, hula poate înainta sute și mii de kilometri, pînă cînd este distrusă de vînturi contrare, sau pînă cînd întîlnește o coastă. În prezent, se poate prevedea sosirea hulei, studiind hărțile meteorologice și urmărind evoluția stării atmosferice deasupra zonelor cercetate.

Prevederea hulei este foarte importantă în operațiile de debarcare, deoarece o hulă de o oarecare înălțime poate interzice apropierea navelor de coastă.

2. *Valurile de vînt*

Valurile provocate și întreținute de vînt ating înălțimi mult mai mari decît hula, devenind periculoase pentru nave. Dar valurile sînt și un transport de materie și nu reprezintă numai o mișcare orbitală a moleculelor de apă, cum se petrec lucrurile în cazul hulei. Într-adevăr, fiecare val prezintă suprafața sa vîntului și acesta suflă în ea ca și într-o pînză de corabie, pe care o împinge înainte, dînd astfel suprafeței mării o mișcare de translație. Această mișcare produsă de vînt creează acea forță care reprezintă o energie formidabilă, cîteodată devastatoare. În cazul acestor valuri, orbitele moleculelor nu se închid ca la oscilațiile hulei teoretice, ci constituie un fel de spirală.

Sub acțiunea vîntului, valurile nici nu mai au profilul simetric al hulei ; panta lor este mai dulce în partea dinspre vînt și mai abruptă pe partea opusă.



Hulă și valuri de vînt:

1 — valuri de vînt; *2* — hulă; *3* — efectele curenților din fundul și de pe creasta valului asupra navelor

Cînd un astfel de val s-a format, el crește în înălțime și în lungime, pe măsură ce se intensifică forța vîntului, însă numai pînă la o anumită limită, cînd suprafața mării dobîndește o stare de regim permanent.

3. *Înălțimea valurilor*

Valurile cresc în înălțime mai ales atunci cînd sînt împinse de vînt contra unui curent.

În ultima vreme s-a reușit să se pună la punct un instrument instalat la bord, cu care se măsoară înălțimea valului. Aparatul este fixat în interiorul navei în apropiere de o gaură practicată în corpul ei, sub linia de plutire, și el indică presiunea apei la nivelul respectiv. Poziția navei este supusă oscilației valurilor și este dată de un accelerometru instalat și el în apropiere. Un integrator electronic combină indicațiile date de cele două aparate instalate în apropiere, pe peretele navei și înscrie pe un înregistrator înălțimea valului care a provocat cele două mișcări. Aparatul e folosit la bordul mai multor nave oceanografice, înregistrînd valuri pînă la înălțimi de 15 metri. Precizia este de $\pm$ 10%.

În apropiere de litoral, pînă la o distanță convenabilă de la țărm, înălțimea valurilor se poate mai ușor înregistra cu ajutorul unui manometru coborît pe fundul mării și legat prin cablu la un indicator așezat la uscat.

Din toate observațiile făcute se poate conchide că valuri mai mari de 10 metri înălțime sînt foarte rare, iar înălțimea de 15 metri se poate întîlni în largul oceanului numai în mod excepțional.

În februarie 1958, nava sovietică *Viteaz*, în navigația sa spre Vladivostok, venind din Oceanul Pacific, la o distanță de 1 000 de mile de strîmtoarea Sangar, a întîmpinat o furtună cu vînt de nord-vest de forța 10—11, în care timp s-au măsurat valuri pînă la 11 metri înălțime.

În unele strîmtori parcurse de curenți violenți de maree (Pentland Firth, în nordul Scoției), navele, chiar dacă sînt de mare tonaj, trebuie să aștepte ca vîntul și curentul să aibă aceeași direcție pentru a putea trece prin canal.

În Oceanul Indian, maximul înălțimii observate este de 10—11 metri ; în Atlanticul de nord, valurile nu trec de 8 metri ; în Marea Mediterană, chiar pe un timp foarte rău, valurile nu depășesc 5—6 metri. În Marea Nordului s-au măsurat valuri de 4 și 5 m, în Marea Baltică, de 3,5 m, iar în Marea Neagră, de cel mult 4 m.

În urma unor observații s-a putut stabili o medie a înălțimii valurilor în cele trei oceane încadrate de continente ; această medie este mai mare în Pacificul de vest, iar în Atlantic mai mare la vest decît la est. Rezultă că America are țărmurile expuse celor mai furtunoase mări. În Oceanul Indian, partea centrală este cea mai agitată.

Media generală a înălțimilor valurilor, departe de coaste, este de cca 2 metri.

Probabilitatea, exprimată în procente, de a întîlni valuri de o anumită înălțime în diferite mări și oceane a fost exprimată — după calcul — într-un tablou comparativ (după Jukovski).

În mările puțin adînci, ca Marea Nordului, Marea Baltică, Canalul Mînecii, Marea Galbenă etc., precum și pe lîngă coastele continentelor, apa are un aspect tulbure. Aceasta se datorește faptului că mișcarea valurilor, care pot avea 3—4 metri înălțime, se resimte pe fundul situat la mai puțin de 100 metri adîncime. Astfel, valurile agită nisipul și nămolul și dau apei o culoare caracteristică, di-

PROBABILITATEA VALURILOR DE O ANUMITĂ ÎNĂLŢIME ÎN DIFERITE OCEANE ŞI MĂRI (ÎN PROCENTE)

Oceanul sau marea	Înălţimea valurilor, în metri					
	0.0—0,9	0,9—1,2	1,2—2,1	2,1—3,7	3,7—6,1	mai mare de 6,1
Atlanticul de nord, între Terra-Nova şi Anglia	20	20	20	15	10	15
Atlanticul ecuatorial	10	30	25	15	5	5
Atlanticul de sud (latitudinea Argentinei de sud)	10	20	20	20	15	10
Pacificul de nord	25	20	20	15	10	10
Pacificul ecuatorial de est	25	35	25	10	5	5
Zona vînturilor de vest a Pacificului de sud, pe latitudinea coastei chiliene	5	20	20	20	15	15
Oceanul Indian de nord, în anotimpul musonului de NE	55	25	10	5	0	0
Idem, în anotimpul musonului de SV	15	15	25	25	15	10
Oceanul Indian de sud, între Madagascar şi Australia de nord	35	25	20	15	5	5
Zona vînturilor de vest din Oceanul Indian de sud către Capul Bunei Speranţe şi Australia de sud	10	20	20	20	15	15
Marea Neagră de vest, vara			20	30		
Marea Neagră de vest, iarna					20	
Marea Neagră de est, vara			10	20	Aproape nulă	
Marea Neagră de est, iarna			30	35	10	

diferită de culoarea albastră a Mării Mediterane și a mărilor tropicale adînci.

Lungimea valurilor depinde de viteza vîntului și este în strînsă legătură cu înălțimea valului. Lungimea medie a valurilor în largul oceanului este de aproape 100 m.

LUNGIMEA DE UNDĂ A VALURILOR DE FURTUNĂ

Oceanul sau marea	Lungimea de undă în metri			Numărul observațiilor
	maximă	minimă	medie	
Atlanticul de nord	170,4	35,1	92,4	15
Atlanticul de sud	213,7	25,0	68,9	32
Oceanul Pacific	233,2	24,4	73,8	14
Oceanul Indian de sud	341,7	32,9	109,7	23
Marea Chinei	79,5	48,8	60,0	3

Cele mai lungi valuri de furtună au fost observate în Oceanul Austral, pe latitudinile de 40°S, într-o zonă denumită de navigatori „patruzecile mugitoare“. Aici s-a observat o lungime medie de 236 m, iar în anumite momente chiar de 360 m și de 390 m.

Lungimile menționate se referă la valuri în curs de montare, valurile mai vechi putînd avea lungimi mult mai mari. Astfel, în Biscaia au fost observate valuri lungi de 401 m, pe coasta de vest a Irlandei de 452 m, pe coasta de sud a Angliei de 789 m, iar în Atlanticul ecuatorial de 827 m. Asemenea valuri lungi nu pot fi întîlnite decît pe oceane, unde vîntul poate bate nestingherit pe distanțe foarte mari. În mările înguste, ca Marea Neagră, Mediterana, Marea Chinei, valurile sînt mult mai scurte.

Dacă un val este cu puțin mai scurt decît lungimea navei, aceasta s-ar putea găsi la un moment dat cu prova și cu pupa rezemate pe două creste și cu mijlocul nesprijinit. În acest caz, nava se poate rupe în două sub acțiunea propriei sale greutăți. Aceeași situație se poate crea și

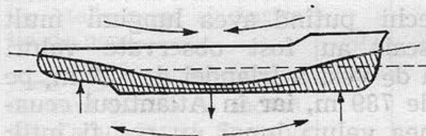
cînd mijlocul navei stă călare pe o creastă de val și rămîne cu extremitățile libere. Un astfel de accident s-a și produs, acum o jumătate de secol, cînd a fost pierdut distrugătorul englez *Cobra*.

4. *Viteza de propagare a valurilor*

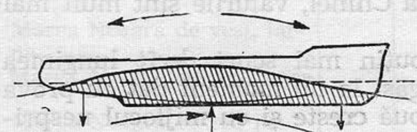
Viteza de propagare a valurilor depinde de viteza vînturilor care le-au produs. Ea este în medie de 11—12,5 m/s. În regiunea alizeelor, valurile se deplasează chiar cu viteze mai mari (14 m/s).

Valurile înaintează în general pe grupe. Fiecare grupă se compune din valuri de înălțimi diferite ; cele mai înalte se găsesc de obicei la mijloc. De mult timp, navigatorii au observat că cele mai mari valuri par să se repete cu o periodicitate sigură. Între fiecare grupă există un spațiu în care marea este relativ calmă. S-ar părea că aceste grupe succesive sînt o urmare a vîntului care bate în rafale. Nu există însă nici o regulă care să indice numărul de valuri mari după care urmează o perioadă de acalmie relativă.

Pentru studiul valurilor se folosește un aparat stereofotogrametric, care permite nu numai să se traseze profilul valurilor, dar să se și construiască planul reliefului lor cu izohipse (curbele care unesc punctele de aceeași înălțime) și intervale echidistanțate, la fel cum se fac hărțile topografice pentru relieful terestru.



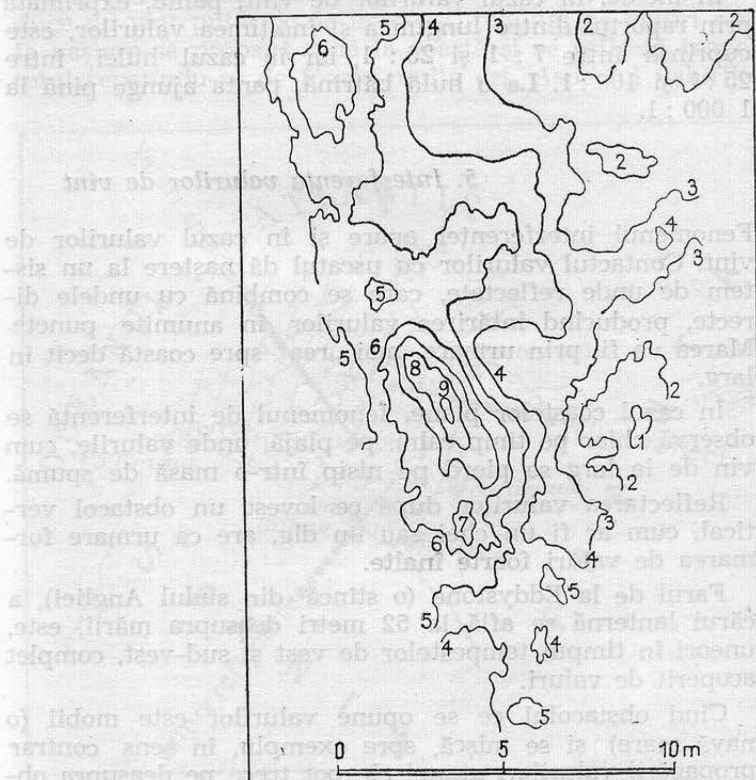
Navă cu extremitățile pe două creste



Navă cu centrul pe un val

Aprecierea gradului de agitaţie a mării se face după o scară internaţională (de la 0 la 9), menţionînd în acelaşi timp şi direcţia hulei sau valurilor (spre ex. NE — 4). În cazul agitaţiei slabe sau moderate (pînă la forţa 5), hula poate fi deosebită de valurile de vînt şi se urmăreşte uşor. În cazul agitaţiei puternice (peste forţa 5), hula este depăşită de valurile de vînt şi din această cauză nu mai este necesară aprecierea ei separată.

Lungimea de undă a hulei se apreciază după cum urmează : scurtă (pînă la 25 m), mijlocie (25—50 m), lungă (50—100 m) şi foarte lungă (peste 100 m).



Profilul stereofotogramelor unui val

Observațiile privind starea mării trebuie să fie însoțite de notarea direcției și a forței vîntului după scara Beaufort, precum și de consemnarea stării generale a timpului (cer senin, nebulozitate, cer acoperit, ploaie, zăpadă etc.) și a gheții, dacă există.

Panta valurilor nu se măsoară, ci se calculează din elementele observate (lungime și înălțime). Este un element important, deoarece influențează rezistența navei și confortul la bord. Panta este de regulă mai mare la începutul furtunii.

În medie, în cazul valurilor de vînt, panta, exprimată prin raportul dintre lungimea și înălțimea valurilor, este cuprinsă între 7 : 1 și 25 : 1, iar în cazul hulei, între 25 : 1 și 100 : 1. La o hulă bătrînă, panta ajunge pînă la 1 000 : 1.

5. *Interferența valurilor de vînt*

Fenomenul interferenței apare și în cazul valurilor de vînt. Contactul valurilor cu uscatul dă naștere la un sistem de unde reflectate, care se combină cu undele directe, producînd întărirea valurilor în anumite puncte. Marea va fi, prin urmare, mai „rea" spre coastă decît în larg.

În cazul coastelor plane, fenomenul de interferență se observă chiar pe timp calm, pe plajă, unde valurile, cum vin de la larg se pierd pe nisip într-o masă de spumă.

Reflectarea valurilor după ce lovesc un obstacol vertical, cum ar fi un chei sau un dig, are ca urmare formarea de valuri foarte înalte.

Farul de la Eddystone (o stîncă din sudul Angliei), a cărui lanternă se află la 52 metri deasupra mării, este, uneori în timpul tempestelor de vest și sud-vest, complet acoperit de valuri.

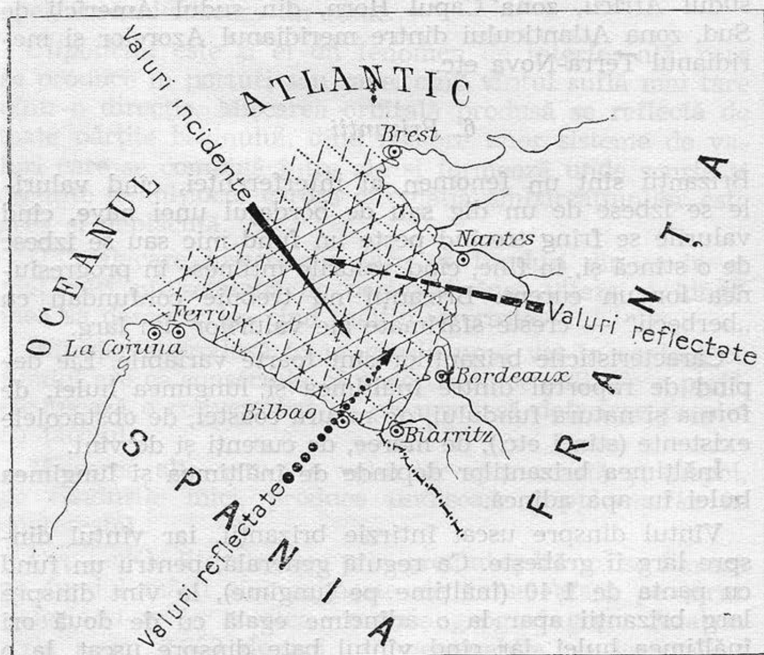
Cînd obstacolul ce se opune valurilor este mobil (o navă mare) și se mișcă, spre exemplu, în sens contrar propagării valurilor, atunci ele pot trece pe deasupra obstacolului (puntea navei). Au fost cazuri cînd valurile au inundat suprastructurile, au smuls bărcile de la locul

lor și au trecut chiar peste coșurile navelor aflate în larg în Atlantic, pe o mare excepțional de rea.

Fenomenul de interferență se manifestă puternic în centrul cicloanelor. Aici, vînturile extrem de violente dau naștere unei mări foarte confuze, denumită de marinari „mare demontată", periculoasă chiar pentru navele mari.

Acest fenomen se produce uneori și în Marea Neagră, unde valurile sînt destul de scurte. Deși înălțimea valurilor nu este prea mare, totuși distanța mică dintre ele face navigația foarte dificilă pentru nave de tonaj mic și mijlociu.

Datorită formei Mării Negre (ca o căldare), cînd se produce un vînt puternic de nord-est, regimul de valuri care ia naștere se propagă pînă la coastă și se reflectă înapoi, totul repetîndu-se de foarte multe ori. Aspectul valurilor



Interferență de valuri în golful Gasconiei

din Marea Neagră pare o imagine mai redusă a valurilor din centrul unui ciclon. În anul 1937 un distrugător românesc a suportat o tempestă, în larg de capul Caliacra. Valurile i-au rupt gruiele bărcilor și i-au produs grele avarii.

Tot fenomenului de interferență i se datorește și reputația de „mare rea" pe care o au unele golfuri larg deschise, cum ar fi golful Gasconiei (Biscaia). În acest golf se produc două sisteme de valuri reflectate, în afară de sistemul de valuri incidente, care vin din larg, unul de pe coastele Franței, celălalt de pe țărmurile Spaniei. Aceste două sisteme de valuri se combină cu cele incidente ale Atlanticului și dau naștere la valuri foarte mari de interferență.

Ca zone de „mare rea" se pot cita : Bancul Acelor, din sudul Africii, zona Capul Horn, din sudul Americii de Sud, zona Atlanticului dintre meridianul Azorelor și meridianul Terra-Nova etc.

6. *Brizanții*

Brizanții sînt un fenomen al interferenței, cînd valurile se izbesc de un dig sau de bordajul unei nave, cînd valurile se frîng trecînd peste un fund mic sau se izbesc de o stîncă și, în fine, cînd valurile întîlnesc în progresiunea lor un curent. Brizanții nu trebuie confundați cu „berbecii" — creste sfărîmate ale valurilor din larg.

Caracteristicile brizanților sînt foarte variabile. Ele depind de raportul dintre înălțimea și lungimea hulei, de forma și natura fundului, de natura coastei, de obstacolele existente (stînci etc.), de maree, de curenți și de vînt.

Înălțimea brizanților depinde de înălțimea și lungimea hulei în apa adîncă.

Vîntul dinspre uscat întîrzie brizanții, iar vîntul dinspre larg îi grăbește. Ca regulă generală, pentru un fund cu panta de 1/40 (înălțime pe lungime), la vînt dinspre larg brizanții apar la o adîncime egală cu de două ori înălțimea hulei, iar cînd vîntul bate dinspre uscat, la o adîncime egală cu 3/4 din înălțimea hulei.

Brizanții nu sînt totdeauna de același tip.

Uneori se pot întîlni pînă la 6 linii de brizanți sau chiar mai mult. Numărul lor este determinat de variația lungimii și înălțimii undelor care se succed, precum și de panta fundului. Valurile lungi și înalte se sfărîmă mai departe decît cele scurte și joase.

Resacul este și el un fenomen al interferenței, produs de valurile venite din largul mării pe o plajă unde deferlează, chiar dacă marea nu prezintă un aspect de agitație. Această particularitate se explică mai simplu prin frecarea moleculelor lichide pe fundul din ce în ce mai ridicat spre țărm.

Oricare ar fi forța valurilor, nu poate să existe resac pe un fund orizontal limitat brusc de un perete vertical, un dig sau cheiurile dintr-un port. Aici hula intrată manifestă mișcări ritmice de ridicare și scoborîre a nivelului apei, însă nicidecum un resac.

Clipoticiul este și el un fenomen de interferență, care se produce în porturi sau rade, cînd vîntul suflă mai tare dintr-o direcție. Mișcarea orbitală produsă se reflectă de toate părțile bazinului, dînd naștere unor sisteme de valuri care se combină între ele și formează unde scurte și ascuțite în mijlocul cărora circulația ambarcațiunilor este grea și neplăcută.

Un val care sosește din larg pe funduri din ce în ce mai mici nu schimbă de perioadă, însă viteza și lungimea sa descresc, pe cînd înălțimea crește.

Întîrzierea produsă în progresia unui val în contact cu fundul are ca consecință că apropiindu-se oblic de o plajă, efectuează o conversiune ca pe urmă să deferleze paralel cu țărmul.

Mișcarea alternativă a valurilor spre coastă și înapoi, pe fundurile mici, produce undișoare (*ripple-marks* în englezește).

Depunerile litorale care prin greutatea lor nu se fixează pe fundul mării sînt aruncate de valuri afară pe țărm. Referindu-se la acestea, marele geograf grec Strabon scria acum 2 000 de ani în memorabila sa geografie: „Valul în mișcarea sa progresivă, dobîndește forța necesară pentru a expulza din sînul mării orice corp străin

și se numește *epurația* mării acel efort al ei, de a arunca pe țărm cadavrele și sfărîmăturile de orice natură, ale navelor naufragiate."

7. *Bara și pororoca*

Configurația și orientarea coastelor Africii și ale Americii de Sud în strîmtoarea Atlanticului, precum și abundența de apă dulce a fluviilor din această parte, produc pe coastele ecuatoriale brizanți foarte puternici.

Barele sînt un fel de brizanți amplificați prin configurația țărmului ; ele sînt permanente și se produc în tot lungul coastei Guineei și pe o parte a coastei Braziliei.

Pororoca este un produs al mareei ; apare intermitent, în general, o dată cu mareele echinocțiale. Acest fenomen se observă la toți curenții principali sau secundari ai oceanului și în estuarele fluviilor.

Cuvîntul pororoca înseamnă apă tunătoare. Înălțimea valului atinge cel puțin 4,50 metri, ajungînd pînă la 6 metri (în anumite puncte ale gurii Amazonului). Apare ca un val înalt, al cărui front seamănă cu un zid drept. Brizanții durează cam o jumătate de oră și sînt periculoși chiar pentru navele de mare tonaj.

Bara numită kalema[1], de pe coasta Guineei, se produce în tot timpul anului ; ea crește în intensitate din iunie pînă în septembrie.

Cînd valuri cu aceeași perioadă ca și valurile incidente (care sosesc din larg) radiază în dosul unui dig de apărare (spre ex. la intrarea în portul Constanța) se întîmplă ca hula să fie mai tare la adăpostul digului decît în larg.

În unele puncte ale oceanului se întîmplă, cum este cazul cu Bancul Acelor, din sudul Africii, ca hula, venind din larg și ajungînd pe adîncimi mai mici, să se micșoreze în loc să crească.

[1] Kalema este un fel de rulou lichid, un val larg cu următoarele caracteristici : perioada medie — 15 s, lungimea — 350 m, viteza — 23 m/s. Pe țărmurile Ghanei, kalema formează un singur rulou, în timp ce pe coasta Dahomeiului, se prezintă sub forma a trei rulouri.

Se știe că alunecări de teren pe fundul mării pot să dea naștere la *valuri solitare*. Acestea se produc în gropile depresiunilor oceanice. La nord de Porto-Rico, în Oceanul Atlantic se găsește adîncimea de 1 200 metri în depresiunea acestui ocean. Hula stranie care s-a produs la țărmurile insulelor Porto-Rico și Barbados în 1951 și 1952 nu este decît rezultatul alunecărilor de teren sub formă de avalanșe de sedimente de pe pantele gropii din această regiune. Atunci se produce retragerea mării și scăderea nivelului foarte repede cu cîțiva metri, după care urmează un zgomot surd și adînc, apoi o fierbere a mării demontate cu valuri încrucișate, timp îndelungat, care produc la țărm mari pagube.

8. *Puterea valurilor*

Valurile de tempestă dispun de o energie enormă, care se manifestă prin stricăciuni materiale produse asupra coastei și asupra construcțiilor litorale. O tempestă care s-a produs în 1862 a dărîmat faleza Capului Héve, de lîngă Le Havre, pe o adîncime de 15 metri.

Coasta Dobrogei a suferit modificări importante în decursul secolelor trecute. Astăzi ea se prezintă aproape în formă rectilinie față de capurile și golfurile ce le avea pe timpul întemeierii coloniilor grecești (Histria, Tomis, Callatis) de acum vreo 2 400 de ani. Ca dovadă sînt încă resturile din stînca de la Agigea, erodată de valurile mării, care se întind în larg pînă la sute de metri, fiind periculoase pentru navigație.

La începutul construcției portului Mangalia (1897), țărmul în această regiune era aproape în linie dreaptă, fără nici un golf și fără promontoriu (deci fără plaja actuală). În această situație, grecii din Heraclea Pontică, astăzi Eregli, pe coasta de sud a Mării Negre, la 200 km est de Bosfor, nu ar fi găsit o poziție favorabilă ca să întemeieze colonia lor Callatis. pentru că coasta nu le-ar fi prezentat nici un adăpost pentru triremele lor. Și totuși, adăpostul pe atunci exista, format de țărmul mării, care se întindea în larg la o distanță de două ori cît lățimea plajei de astăzi, cu un promontoriu care proteja baia ce se forma spre vest și pătrundea sub formă de golf în us-

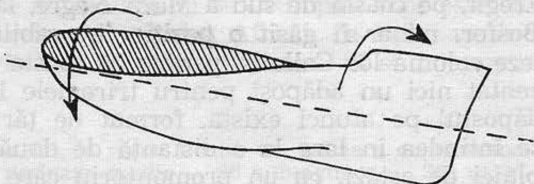
cat, peste terenul de astăzi al Sanatoriului balnear și la vest de el, pînă la clădirea poștei din Mangalia. De altfel, într-o hartă a Europei Orientale, întocmită de Joh. Bapt. Hoduno și publicată în secolul al XVI-lea la Nürnberg, țărmul mării la Pangala Nova (așa se numea pe atunci Mangalia) prezintă încă destul de pronunțat promontoriul dispărut. Resturile unui dig de apărare al portului Callatis, la sud de portul actual, marcat prin interferența valurilor, se întindeau pînă la promontoriul dispărut.

Între digul construit după 1897 pentru apărarea portului Mangalia și coastă s-a format un golf, care, umplut cu nisipul adus de valuri, a dat naștere plajei de astăzi, sub care se află vestigiile a ceea ce a fost cîndva orașul Callatis.

Singura din Marea Neagră, insula Șerpilor reprezintă urmele unei manifestări colosale a energiei valurilor, care i-au modificat conturul prin eroziune, reducînd-o aproximativ la un sfert din volumul pe care-l avea cu cca 2 400 de ani în urmă, pe cînd vechii greci au întemeiat coloniile lor pe țărmurile Mării Negre și vizitau insula cu corăbiile lor, ancorînd în golfurile ei. Stîncile înconjurătoare, de sub apă, evocă întinderea insulei (a cărei erodare finală este prevăzută după alți 1 500 de ani de acum înainte).

Coasta Atlanticului este, de asemenea, supusă unor puternice asalturi din partea valurilor. Este cunoscut dezastrul provocat în 1894 prin spargerea digului de la Cherbourg, din nordul Franței. Valurile de tempestă au tăiat în două acest dig și au aruncat în mare, la zeci de metri depărtare, blocuri de granit grele de zeci de tone.

De altfel, coastele Europei de vest sînt zdrențuite și roase, ca rezultat al atacului neîncetat al mării, în decurs de secole, asupra continentului.



Solicitările unei nave supuse la tangaj și ruliu

Tangajul și ruliul. Agitația valurilor comunică unei nave aflate pe mare mișcări complexe, dintre care două sînt principale : tangajul (oscilațiile navei în sens longitudinal) și ruliul (oscilațiile transversale). Fără nici o legătură cu aceste mișcări, nava mai suportă ridicări și coborîri, datorită trecerii pe sub ea a crestelor și a fundurilor valurilor. Toate aceste mișcări se combină și dau navei o mișcare complicată, solicitînd-o violent.

9. *Valuri de origine seismică*

În afară de valurile studiate pînă acum, adică de valurile care se produc în număr foarte mare, care constituie o rețea la suprafața mărilor, se întîmplă uneori să apară un singur val, provocat, spre exemplu, de un cutremur de pămînt produs pe fundul mării, sau de o erupție vulcanică. Acest val unic poartă numele de undă de *translație seismică*. Ajungînd la țărm, o asemenea undă produce mari distrugeri. Cînd un cutremur de pămînt zguduie fundul mării, în locul unde el se produce, marea formează un „deal" de apă, care se ridică pînă la suprafață. De fiecare parte a dealului apar excavații, care determină o retragere a mării de la coastă, pe distanță foarte mică. După un timp, dealul undei pornește violent spre coastă, sub forma unui val colosal, cu înălțimea de pînă la 30 metri, și inundă interiorul coastei. Navele surprinse în port sau lîngă coastă sînt izbite și sfărîmate de stînci sau sînt aruncate la distanță de cîțiva kilometri în interiorul coastelor plane.

Uneori, coastele orientale ale Japoniei sînt devastate de aceste unde, denumite acolo „tsunami" și care sînt precedate de cutremure de pămînt distrugătoare. La 22 decembrie 1854, orașul japonez Simoda a fost distrus complet de un cutremur. Puțin timp după aceea, un val uriaș a inundat coasta, acoperind ruinele orașului cu apă. Unda a traversat apoi Oceanul Pacific (în 12 ore a parcurs 9 000 kilometri) și s-a năpustit asupra coastelor Californiei, însă mai potolit. Și puternicul tsunami din 15 iunie 1896 a fost precedat de un cutremur. El a făcut 30 000 de victime și a devastat coastele Japoniei pe o întindere de 700 mile.

Valurile oceanice dezlănţuite în timpul erupţiei explozive a vulcanului Krakatao, la 10 august 1883, au distrus oraşe de pe coastele insulelor Djava şi Sumatera. Ele au străbătut oceanele Indian, Pacific şi Atlantic, ocolind Africa. Pe ţărmurile Djavei, înălţimea valurilor a atins 40 de metri.

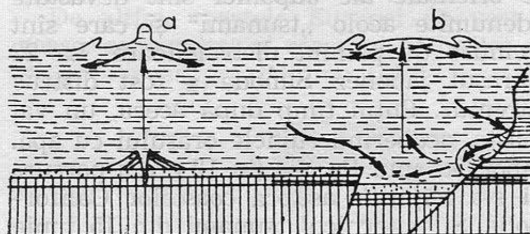
Imediat după primele zguduiri ale cutremurului de pămînt de la Lisabona, din 1 noiembrie 1755, apa oceanului s-a retras ; portul a secat. După scurt timp, apa s-a reîntors sub forma unui val imens de 15 metri înălţime. Coastele occidentale ale Portugaliei şi Spaniei au fost devastate ; în acest dezastru au pierit 40 000 de oameni. Valurile s-au propagat apoi spre sud, către Africa, spre nord, pînă în Islanda şi de cealaltă parte a oceanului pînă în Antile.

Mai menţionăm urmările cutremurului de pămînt care s-a produs pe coasta de sud a Italiei în 1908, cînd oraşele Messina şi Reggio au suferit mari distrugeri din cauza undei de inundaţie ; înălţimea valului a atins 13 metri.

Viteza de propagare a valurilor de translaţie poate atinge 750—800 de kilometri pe oră.

O deosebită importanţă pentru studiul ştiinţific prezintă cutremurele recente (21—29 mai 1960) pe care Institutul seismologic din Caracas le-a înregistrat, cu epicentrul în regiunea Anzilor chilieni ; ele au fost de o forţă catastrofală, capabile să schimbe complet configuraţia solului (două au fost de gradul 10 şi 11).

Spre deosebire de Agadîr (Maroc) şi Lars (Iran) unde zguduiturile — înregistrate în acelaşi an — au fost loca-



Producerea valurilor seismice
a—ridicare; *b*—prăbuşire

lizate, cutremurul din Chile a cuprins o regiune foarte întinsă, fără localizări puternice. Violenta undă seismică („salidas de la mar" — invazie a mării) provocată prin repetarea cutremurelor timp de mai multe zile, n-a ferit nici un țărm al Oceanului Pacific. După catastrofa din Chile, din California și din insulele Hawaï, apele dezlănțuite s-au revărsat peste coasta japoneză cu o viteză de 800 km pe oră. Valuri de o putere considerabilă, unele atingînd înălțimea de 10 m, s-au succedat din zorii zilei pînă la amiază, inundînd 10 localități ; apele furioase au distrus casele, au smuls navele din port, aruncîndu-le spre interiorul uscatului și au înghițit o populație numeroasă care n-a avut timp să se refugieze pe locuri mai înalte. În mod practic, totul a fost distrus în regiunea costieră Tokașigava. Numai în Republica Chile au fost peste 6 000 morți, mai multe mii de răniți, iar circa 2 000 000 de locuitori au rămas fără locuințe.

Cutremurele au provocat activizarea a 9 vulcani din estul țării, considerați stinși, și nașterea a încă doi vulcani. Situația cea mai gravă a fost în provincia chiliană Cautin.

În urma cutremurelor s-au semnalat schimbări profunde în regiunea insulelor chiliene de coastă și pînă la strîmtoarea Magellan. Navigația maritimă a fost întreruptă în această regiune pînă la întocmirea unor hărți marine.

Cataclismul s-a resimțit și în Australia, Noua Zeelandă, Indonezia, Insulele Marchize și la nord de Alaska. În regiunea Filipinelor, valuri de peste 6 metri înălțime s-au abătut pe țărmul dinspre est de insula Luzon, provocînd pagube considerabile la Camarines și insula Polillo. În Mexic, marea a inundat o localitate, iar în alte regiuni apele mării s-au retras cu 100—300 metri.

10. Unde interne. Apa moartă. Hulă de însoțire

Toate mișcările oscilatorii arătate se produc la suprafața liberă a mărilor, formată dintr-o masă de apă omogenă.

În regiunile polare se găsesc adesea două straturi de apă suprapuse : stratul superior — de salinitate mai slabă — aproape dulce, care provine din topirea munților de gheață sau din scurgerea fluviilor siberiene, și stratul inferior, mult mai sărat. Cîteodată, stratul superior, mai puțin sărat, este foarte subțire, astfel că o navă care plutește într-o asemenea apă va avea o parte din corpul său cufundat în apă sărată, iar partea superioară, în apa cu salinitate slabă. În aceste condiții, valurile produse la suprafața liberă a stratului superior transmit o parte din energia lor stratului inferior ; această energie va face să se producă valuri la suprafața de separație a celor două straturi. Stratul superior va avea oscilațiile sale proprii, diferite de oscilațiile stratului inferior.

În legătură cu apariția undelor interne, se mai constată un fenomen interesant, cunoscut sub numele de *apă moartă*. În anumite puncte ale mărilor polare, nava își pierde brusc viteza și rămîne imobilizată, ca și cum ar pluti într-o gelatină groasă. Pe timpul efectuării expediției sale cu vasul *Fram*, Nansen a întîlnit de trei ori apa moartă în drumul său.

Fenomenul se explică prin marea rezistență pe care o întîmpină nava în mersul ei, datorită energiei întrebuințate ca să producă undele interne amintite. Apă moartă a fost observată și pe coastele Norvegiei, în nordul Pacificului și în Mediterana (în apropiere de insula Cerigo, în sudul Greciei, și în Bosfor).

O navă în mers pe mare calmă provoacă ea însăși un regim de hulă specială, numită *hulă de însoțire* și care se observă prin două serii de valuri în escortă, reprezentate prin forma literei *V*, al cărei vîrf coincide cu etrava (prelungirea în sus a chilei pentru a forma prova navei). Între cele două brațe ale *V*-ului și înapoia navei, marea este totdeauna mai calmă și constituie fenomenul de *siaj*, provocat de vîltoarea apei, prin învîrtirea elicei, în care timp moleculele lichide forfotesc ca să umple golul produs de înaintarea navei. Acest gol joacă rolul de apă calmă, în raport cu valurile vecine care vor fi amortizate la trecerea lor peste acest siaj.



Marinarii știu că o ploaie violentă liniștește marea agitată. De asemenea, ei cunosc că gheața plutitoare și ierburile marine se opun la formarea berbecilor, fără însă a împiedica apariția hulei. Aceste mijloace nu sînt însă la îndemîna omului, așa că pentru a calma violența valurilor trebuie găsite alte soluții.

O metodă de calmare a valurilor este filarea uleiului. Marea cu berbeci se poate transforma într-o ondulație asemănătoare hulei, care nu mai deferlează.

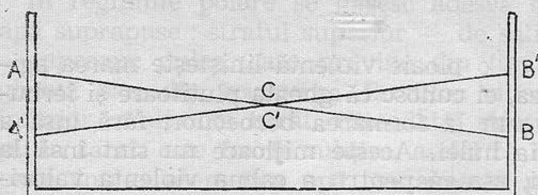
Dacă se răspîndește sau, cum spun marinarii, se „filează" ulei pe suprafața mării, lucrurile se petrec ca și cum pe această suprafață s-ar întinde o foaie de cauciuc. Tensiunea superficială a stratului de ulei face ca suprafața apei să se acopere cu un tapet elastic, pe care valurile pot să-l deformeze, prin întindere, fără însă să-l rupă. Așa se explică efectul amortizant al uleiului pe o mare rea. Cu doi litri de ulei picurat în mare, se pot înfrunta valurile timp de două ore.

Uleiul se filează din săculețe de pînză de vele umplute cu stupă îmbibată cu ulei. Uleiul se răspîndește în ambele borduri și în pupa.

B. SEIȘELE

Seișele sînt unde staționare (nu valuri, nici maree) care pot fi reproduse foarte ușor în laborator. Astfel, coborînd sau ridicînd brusc una din extremitățile unui vas cu apă, se produc oscilații care nu se propagă în sens orizontal, ci în jurul unui ax orizontal (cc'). Suprafața apei trece de la poziția AB la poziția A'B'. Aceste oscilații, denumite seișe, au fost studiate de profesorul Forel pe lacul Leman din Elveția, și rezultatele stabilite acolo au fost aplicate și la mările închise, înguste și lungi, ca Mediterana, Adriatica, Canalul Evripu etc.

Pe malul lacului Geneva, se poate observa zilnic cum apa se ridică și coboară continuu într-un interval de timp care poate să varieze între 30 și 70 de minute. Pe acest loc, seișele se produc atît în lungul său, între Geneva și Villeneuve, precum și transversal, între Lausanne



Seișele

și Evian. (Seișele transversale sînt mai slabe, deoarece și distanța între Lausanne și Evian este mai mică — 12 km ; între Geneva și Villeneuve sînt 72 km.)

Formarea seișelor se datorește variațiilor de presiune locale, cu mișcare verticală (de sus în jos). Prin aceste perturbații se produc variații alternative ale nivelului lacului, care se ridică la un capăt și coboară la celălalt. Amplitudinea seișelor scade la fiecare oscilație, pînă la dispariția totală. Durata de timp după care are loc dispariția totală a oscilației este variabilă. S-au observat oscilații care nu se amortizau decît după 4—5 zile.

În mările închise fenomenul formării seișelor este mai complicat. Astfel, Mediterana, cu toate că este o mare închisă, este totuși supusă influenței mareei oceanice. Aceste maree se suprapun seișelor, producîndu-se, în anumite cazuri, interferența lor. Uneori, fenomenul seișelor întărește o maree astronomică. Această particularitate se observă foarte precis în strîmtoarea Evripu, cuprinsă între Grecia continentală și insula Eubeea, a cărei lungime este de peste 150 de km.

În timpul sizigiilor, adică în momentul aflării în linie dreaptă a centrelor Pămîntului, Soarelui și Lunii, atracțiile Soarelui și Lunii se adună și formează interferențe, din care cauză în canal există numai patru seișe pe zi. Cînd însă Soarele și Luna sînt în cuadratură, adică cînd acești aștri ocupă cele două laturi ale unui unghi drept și Pămîntul se află în vîrful unghiului, atunci mareea este foarte slabă și numai seișele se manifestă.

În afară de strîmtoarea Evripu, s-au mai observat seișe la Malta (perioada 20—25 minute, amplitudinea 22—40 mm),

la Alger și pe coasta de vest a Siciliei, unde fenomenul se numește marrobbio. Violentele oscilații ale mării sînt atribuite, în parte, tot seișelor marine de pe coastele Marocului. S-au mai identificat seișe în Scoția și în Olanda.

C. MAREELE

Un observator aflat pe coasta oceanului sau pe țărmul unei mări legate cu oceanul constată la un moment dat o creștere a nivelului mării pînă la o înălțime maximă, urmată de o perioadă scurtă de staționare, apoi de o scădere a nivelului mării pînă la un nivel minim și iar de o staționare de scurtă durată. Prima perioadă, aceea a creșterii nivelului mării, se numește *maree înaltă* (flux), iar perioada de scădere a nivelului mării poartă numele de *maree joasă* (reflux). Perioada de staționare corespunde cu *mareea staționară.*

Observații mai de aproape ale mareelor, în legătură cu mișcările diurne ale Lunii și ale Soarelui, arată legătura existentă între fenomenul terestru și fenomenul ceresc, căci două treceri consecutive ale Lunii la meridian sînt separate printr-un interval de timp de 24 de ore și 50 de minute. Așadar, această identitate între perioadele acestor două fenomene (trecerea Lunii și Soarelui la meridian și producerea mareei) ne explică imediat relația strînsă între cauză și efect.

Încă din cele mai vechi timpuri s-a observat că există o relație strînsă între Lună și maree. În anul 1200 s-au publicat tabele de maree care arătau ora mareei înalte în zilele cu lună nouă și indicau corecțiile zilnice ce trebuiau aplicate în funcție de schimbarea fazelor lunii.

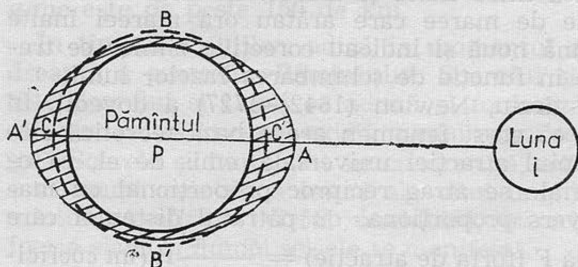
Numai mai tîrziu, Newton (1642—1727) a dovedit, în mod strălucit, că acest fenomen are o bază teoretică clădită pe principiul atracției universale, emis de el, că obiectele materiale se atrag reciproc proporțional cu masele lor și invers proporțional cu pătratul distanței care le separă, adică F (forța de atracție) $= \frac{m \times m'}{d^2} R$ (un coeficient foarte mic).

Pentru înțelegerea mecanismului mareelor, să ne imaginăm trei sfere din care una, înfățișînd Pămîntul, va fi acoperită peste tot de un înveliș fluid, Oceanul Planetar. Pe lîngă această sferă cu masa 1, vom avea a doua sferă, de 300 000 de ori mai mare, reprezentînd Soarele. Cea de-a treia sferă va fi de 80 de ori mai mică decît prima (Pămîntul) și va reprezenta Luna.

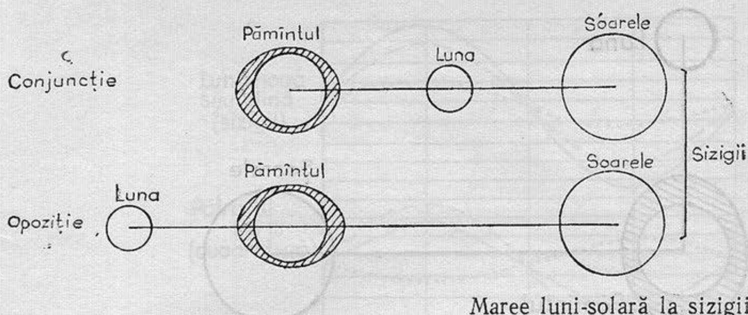
Să presupunem aceste sfere așezate în spațiu așa fel încît cea mai mare, Soarele, să fie de 400 de ori mai îndepărtată de sfera Pămîntului decît va fi mica sferă lunară. Cu toată diferența uriașă a masei Soarelui față de aceea a Lunii, această diferență colosală de depărtare va face ca, în conformitate cu legea lui Newton, preponderența puterii de atracție să fie de partea satelitului nostru și aceasta în raport de 1 la 2,17.

Mareele lunare. Conform legii atracției universale, Pămîntul și Luna se atrag reciproc. Mareea este provocată de diferența dintre forța de atracție a Lunii, aplicată în centrul Pămîntului și aceeași forță exercitată asupra fiecărei molecule de apă de pe suprafața globului.

Această diferență se numește forță generatoare de maree. Pentru înțelegerea fenomenului, Pămîntul este considerat ca o sferă acoperită peste tot cu apă *P*; luna este în *L*. Luna exercită atracția sa asupra Pămîntului în sens invers cu pătratul distanței dintre ele; prin urmare, punctul *A* al Pămîntului, îndreptat către Lună, va fi mai mult atras decît punctul *A'*, situat în partea opusă Lunii.



Explicația mareelor. Acțiunea lunei



Maree luni-solară la sizigii

Solicitate de masa atrăgătoare, moleculele de apă cele mai apropiate (în *A*) sînt ridicate către această masă, în așa fel încît ridicarea nivelului lor mijlociu va forma o umflătură în această direcție, ele sînt în avans față de centrul Pămîntului.

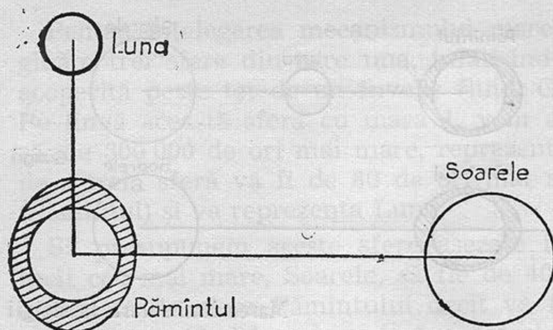
Deoarece e vorba de o cantitate de apă limitată, volumul acestei umflături provine din acela al părților de ocean care rămîn, după ce se produce o depresiune, în cele două direcții perpendiculare B și B'.

Se observă însă că se formează o a doua umflătură, în emisfera opusă A'. Cauza este că atracția asupra moleculelor în punctul A se exercită mai puternic aici decît atracția față de centrul Pămîntului *P*. Acest lucru este evident, deoarece *P* e mai departe de masa atrăgătoare *L* decît *A*.

În schimb și față de emisfera opusă, centrul Pămîntului *P* e mai aproape decît A', unde moleculele solicitate mai puțin de către atracție au tendința să rămînă în urmă, fiind în întîrziere față de celelalte părți ale globului.

De aici urmează că, datorită atracției lunare, se produce în *A* și *A'* cîte o maree înaltă și la 90° de acestea, adică în *B* și *B'*, cîte o maree joasă.

Aceste unde circulă împrejurul globului în timpul întrebuințat de Lună ca să parcurgă orbita sa, adică în 24 de ore și 50 de minute. Din această cauză, un punct de pe Pămînt primește de două ori pe zi, la intervale de circa 12 ore, trecerea unei unde de maree, adică la fiecare 6 ore va alterna o maree înaltă cu o maree joasă.

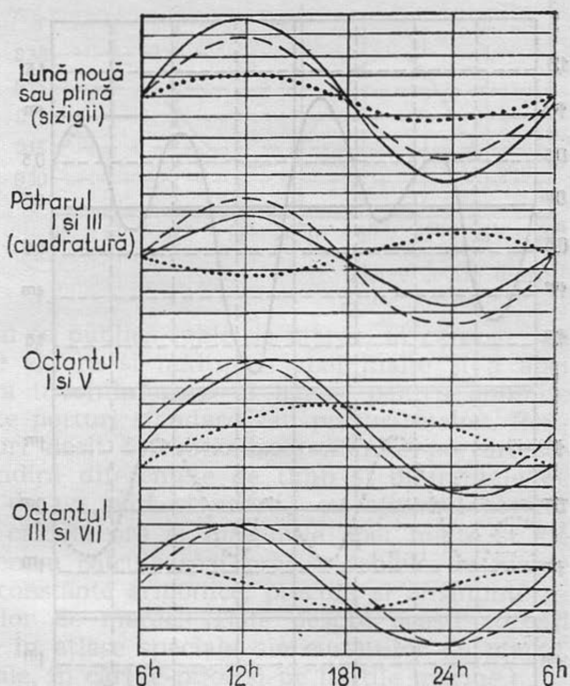


Maree luni-solară la cuadratură

Mareea lunisolară. Să presupunem mai întîi că Luna, Soarele și Pămîntul sînt așezate în linie dreaptă. Soarele, care este mult mai departe, exercită totuși acțiunea sa de atracție din cauza mărimii lui și produce o mică umflătură în masa lichidă a Pămîntului, analogă cu aceea a atracției Lunii. Deși masa sa este de 26 milioane ori cît a Lunii, totuși, din cauza distanței sale considerabile (400 de ori distanța între Pămînt și Lună), și potrivit legii de atracție universală, atracția sa la suprafața Pămîntului nu va fi decît aproape 3/7 din aceea a Lunii. Așadar, cînd centrele Pămîntului, Soarelui și Lunii sînt în linie dreaptă, atunci efectele de atracție ale Lunii și Soarelui în poziția lor de *conjuncție* (Lună nouă) și în opoziție (Lună plină), adică atunci cînd sînt la sizigii, se însumează ; mareea solară se adună la mareea lunară și va rezulta o maree înaltă *lunisolară la sizigii.*

La mareele apelor joase, dimpotrivă, adică în epoca sferturilor de lună, Luna și Soarele se găsesc în unghi drept față de poziția Pămîntului (ceea ce se numește pătrar, sau cuadratură) ; atracțiile lor gravitaționale sînt contrare, iar apele nu suferă decît mișcări minime. În acest caz mareea este *lunisolară la cuadratură.*

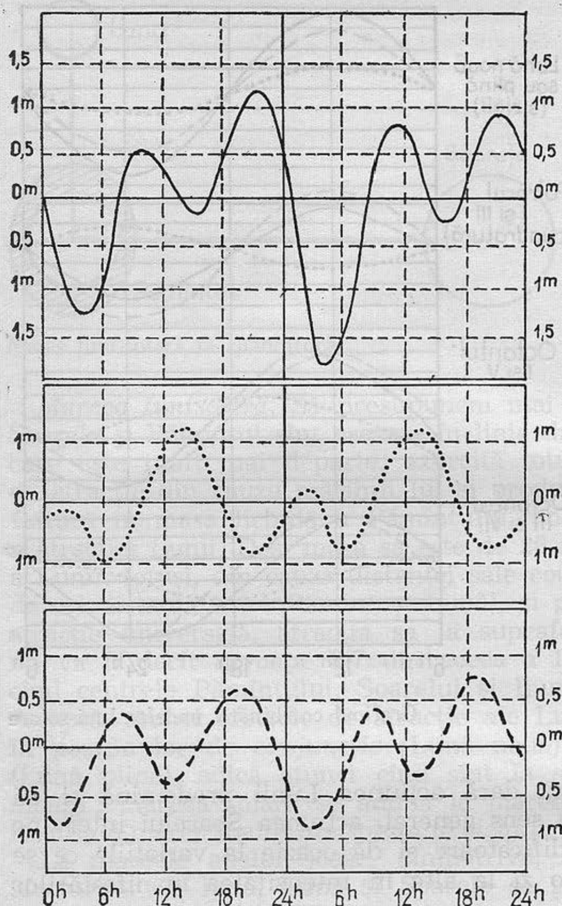
Combinația undelor lunare și solare poate fi reprezentată și în mod grafic, după cum se vede în figură, în care linia întretăiată a sinusoidelor reprezintă unda lunară, linia punctată este unda solară și linia plină este rezultanta.



Graficul combinării undelor luni-solare

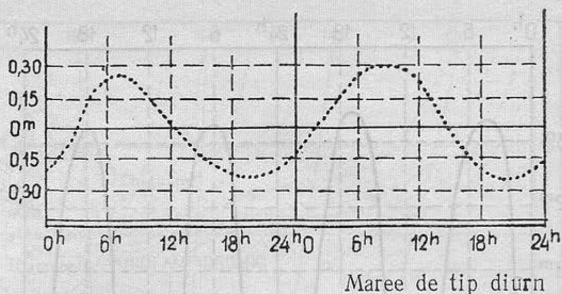
Se înțelege că dacă acțiunea Lunii predomină și dă fenomenului un sens general, acțiunea Soarelui intervine ca o cauză modificatoare și dă ocazie la variațiile ce se observă de la o zi la alta în intensitatea manifestărilor mareei.

Observațiile făcute în diferitele puncte ale oceanelor au arătat că perioadele de oscilație ale undei de maree se încadrează în trei categorii. Astfel, oscilațiile dominante în Atlantic se produc de două ori în timpul zilei lunare ($24^h\ 50^m$) adică se formează cîte o apă înaltă și una joasă la fiecare $12^h\ 25^m$ aceasta este mareea de tip semidiurn. Mareea care se produce numai o dată într-o zi solară (24^h) este de tip diurn ; acest tip de maree este



Tipuri de maree mixte

dominant în nordul Pacificului și în Oceanul Indian (în special în Golful Tonkin). Al treilea tip de maree este tipul mixt, la care se observă două maree joase și două înalte într-o zi lunară ; mareele de dimineață diferă apreciabil de cele de după-amiază. Acest tip de maree se prezintă sub foarte numeroase variante.



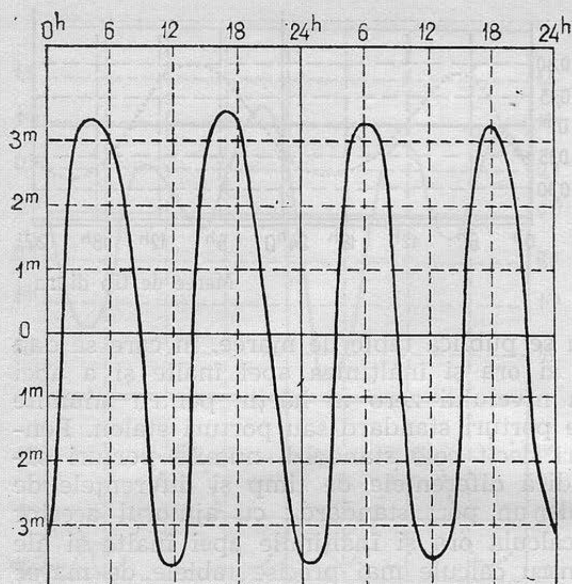
Maree de tip diurn

În fiecare an se publică table de maree, în care se dau pentru fiecare zi ora și înălțimea apei înalte și a apei joase deasupra nivelului zero al hărții, pentru anumite porturi, numite porturi standard sau porturi etalon. Pentru alte porturi decît cele standard, numite porturi secundare, se indică diferențele de timp și diferențele de înălțime față de un port standard ; cu ajutorul acestor valori se pot calcula ora și înălțimile apei înalte și ale apei joase. Pentru calcule mai precise tablele de maree dau și unele constante armonice, precum și amănunte asupra curenților de maree. (Date despre acești curenți se mai găsesc în atlase speciale ale curenților de maree, în table speciale, în cărțile-pilot și pe hărțile marine.)

Hărțile cotidale. S-au întocmit și hărți pe care sînt trasate curbele cotidale (care unesc punctele suprafeței mării atinse la aceeași oră de unda de maree). În largul oceanelor, liniile cotidale sînt foarte nesigure, pe cînd în mările strîmte ele sînt destul de precise, deoarece în aceste mări coastele sînt aproape una de alta și numărul de stații înzestrate cu maregrafe (aparate automate care măsoară nivelul apei într-o anumită regiune) este adeseori apreciabil.

Cercetînd o asemenea hartă se constată că există puncte în jurul cărora liniile cotidale par a se învîrti și care se numesc puncte amfidromice (fără maree).

În Oceanul Austral, mareea nu întîlnește aproape nici un obstacol care să-i modifice amplitudinea. Cu ajutorul maregrafului de adîncime s-a determinat aici un punct amfidromic.

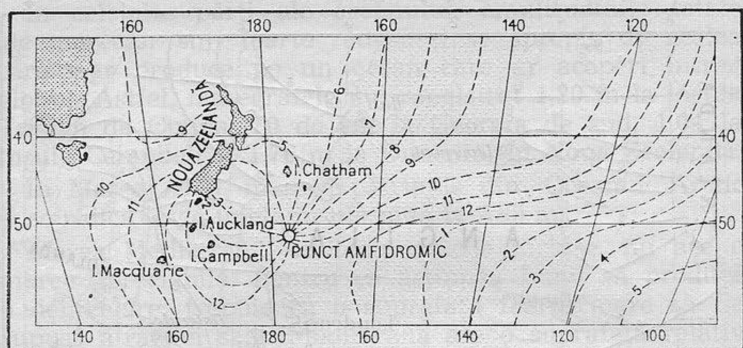


Maree de tip semi-diurn

Observînd cu atenţie o hartă cu linii cotidale, se constată că mareea trece mai repede peste fundurile mari decît pe lîngă coastă.

Cînd unda de maree părăseşte oceanul adînc de mai multe mii de metri şi ajunge pe fundurile mici ale platoului continental, energia sa se comunică unei mase de apă cu grosimea mai mică. De aci rezultă o ridicare considerabilă a nivelului mării în lungul coastelor atlantice ale Europei. Această ridicare este uneori favorizată şi de existenţa canalelor, a golfurilor, a estuarelor şi a deschiderilor spre largul mării, care permit nivelului apelor să crească şi mai mult în înălţime.

Un exemplu îl constituie Canalul Mînecii, care se prezintă ca un fel de pîlnie, a cărei deschidere între Capul



Mareele în Oceanul Austral. Linii cotidale

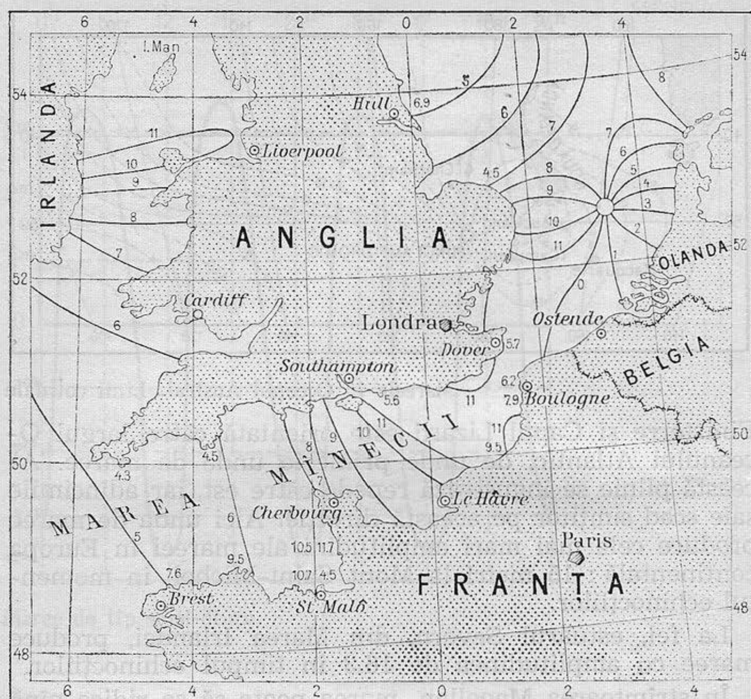
Finisterre și Capul Lizard este orientată către largul Oceanului Atlantic, de unde primește unde de maree. Această pîlnie se îngustează repede către est, iar adîncimile sale scad simțitor pe această direcție. Aici unda de maree produce cele mai mari amplitudini ale mareei în Europa continentală : 15 metri la Mont Saint-Michel, în momentul echinocțiilor.

La fel, estuarul Severn, din Marea Irlandei, produce maree cu amplitudinea de 16,3 în timpul echinocțiilor.

În strîmtoarea Magellan, marea poate să se ridice pînă la 18 metri. În Baia Fundy, din Noua Scoție, de pe coasta orientală a Canadei, amplitudinea mareei este de aproape 20 m — cea mai mare înălțime de maree de pe glob.

În unele localități din Oceanul Atlantic, mareea atinge, la echinocții, înălțimi însemnate. Astfel, la Grandville, în Franța mareea este de 14,70 m ; la gura fluviului Koksoak, în nordul Canadei — de 15 m ; în insulele Canare — de 3,90 m ; în insulele Lofoten, în Norvegia — de 3,70 m.

În ziua de 27 martie 1967 pe coastele de vest ale Europei s-a produs cea mai mare maree a secolului al XX-lea. Marea s-a retras timp de 12 ore. În această zi Luna și Soarele se găseau la ecuator aproape de sizigiile echinocțiului de primăvară, iar Luna era la cea mai mică distanță a ei de Pămînt.



Linii cotidale și punct amfidromic în Marea Nordului

În Oceanul Indian, mareea pătrunde în golful Arabiei la Bhaunagar (nord-vestul Indiei) și se ridică pînă la 12,40 m înălțime ; la gura fluviului Fitzroy, din vestul Australiei, mareea urcă pînă la 14 m.

Mareea de la Rio Colorado, din golful Californiei, se ridică pînă la 12,30 m, iar aceea din strîmtoarea Hainan, din Marea Chinei, atinge o înălțime de 9,30 m.

Un fenomen curios de maree se produce în golful Carpentaria, din nordul Australiei. Aici, mareea nu se manifestă decît o dată pe zi și are un ritm așa de variabil că pare a nu se supune nici unei legi.

În Oceanul Austral, pe coasta Patagoniei, la Puerto-Gallegos, unda de maree crește pînă la 18 m în timpul echinocțiilor.

În celelalte părți ale oceanului, amplitudinile totale ale mareelor sînt foarte reduse și se apropie de acelea care s-ar produce pe un ocean care ar acoperi întreg globul. Astfel, maregrafele au înregistrat 1,20 m la insula Tristan da Cunha, 70 de cm la Georgia de sud, 1,04 la insula Campbell și 1,76 m la Dunedin, în Noua Zeelandă.

În Marea Albă, mareea pătrunde din Oceanul Arctic și se ridică lîngă unele insule pînă la 7,80 m.

Marea Mediterană, ca toate mările închise, nu are o maree apreciabilă. Pentru ca acțiunea Lunii să producă o denivelare, trebuie ca o suprafață foarte mare să fie supusă atracției sale. Mediterana are o suprafață relativ mică, din care cauză mareele sînt foarte slabe. Astfel, pe coastele de sud ale Franței, mareea atinge numai cîțiva centimetri. Totdeauna însă aceste maree sînt influențate de factorii meteorologici (dacă presiunea aerului crește, apa scade).

Pe coasta africană a Mării Mediterane și în special în Golful Gabes, se observă o maree care atinge cîteodată chiar doi metri (la echinocții).

Aceste maree se datoresc mai mult undei care pătrunde din Atlantic prin strîmtoarea Gibraltar, decît atracției lunare directe. În Marea Adriatică, la Pola, mareea înregistrată atinge la echinocții 1,40 m ; această amplitudine pare a fi rezultatul combinării seișelor cu mareea.

În Marea Neagră există o maree cu amplitudine foarte redusă. Evident, o maree cu amplitudine așa de mică trece neobservată, fiind de regulă acoperită de variații ale nivelului apei, datorite altor cauze (vînt, presiune atmosferică).

În celelalte mări închise ale Europei, mareele sînt foarte slabe. Zuyderzee nu are maree mai mare de 1,20 m la echinocțiu, iar în Marea Baltică amplitudinea verticală a mișcării apei abia atinge cîțiva centimetri. În partea de sud a Mării Nordului, variația regimului apelor este mai complicată, deoarece unda de maree care vine din Marea Nordului o întîlnește pe aceea din Canalul Mînecii.

La gurile fluviilor, mareele se manifestă mai vizibil decît pe coastele plane ; timp de mai multe ore, apa pătrunde și se ridică în amonte. La Calcutta, pe fluviul

Gange, la o depărtare de 83 de mile de la gură, apa se ridică pînă la 6 metri înălțime ; în acest fluviu, de altfel, influența mareei se observă pînă la mai mult de 160 de mile distanță de la mare.

Pe fluviul Amazon, apa înaltă se ridică în amonte — la 250 de mile depărtare de gură — pînă la 6—9 metri înălțime ; pare o cascadă care înaintează cu zgomote asurzitoare, zguduind malurile fluviului.

În anumite împrejurări, pe fluvii se petrec fenomene denumite „bore" în Anglia și „mascaret" în Franța ; valul de maree împinge în sus fluviul, sub forma unei bare sau a unui front spumegînd, care se deplasează cu viteza de 20—25 mile pe oră. După primul val urmează alte două sau trei, mai mici. Valul deferlează numai deasupra adîncimilor mici, pe cînd în apele mai adînci ale fluviului înaintează ca un zid.

Mareele influențează și mișcarea Pămîntului.

Atracția Lunii, care produce mareele, frînează Pămîntul aflat în neîntreruptă mișcare de rotație și, prin urmare, lungește durata zilei (cu circa 18 s în 100 de ani). Totodată contractarea scoarței Pămîntului mărește viteza de învîrtire a globului terestru și face să scadă durata zilei.

Curenții de maree sînt mișcări orizontale periodice ale apei produse de maree. Momentul începerii mareei înalte coincide cu un curent de la larg spre uscat — curentul mareei înalte — în timp ce mareea joasă începe o dată cu un curent de la coastă spre largul mării — curentul mareei joase.

Pe coasta de vest a Scoției există o strîmtoare în care la fiecare schimbare de maree se naște un curent alternativ de mare viteză, între coastă și largul mării. Nici o ambarcație nu riscă să navigheze într-un astfel de curent în momentul apei înalte, mai ales cînd vîntul suflă de la larg.



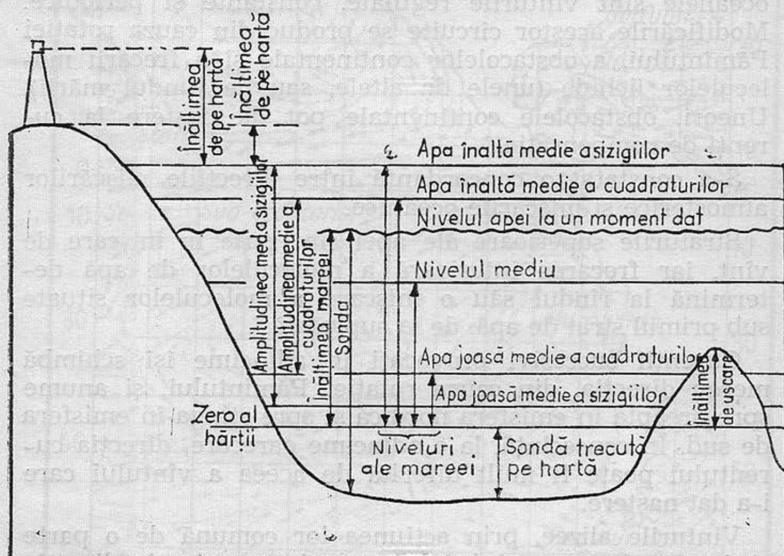
Mareea este un fenomen perfect regulat și perpetuu care poate fi utilizat drept sursă de energie cu condiția să fie suprimate variațiile de intensitate ale fluxului și refluxului, pentru a-i da un ritm constant.

Deoarece energia este proporţională cu pătratul amplitudinii undei de maree pentru că aceasta intervine în acelaşi timp în cădere şi în debit, energia obţinută de la o maree poate însă să varieze foarte mult.

Dacă acest factor al energiei potenţiale a mareei, înălţimea de cădere, se găseşte în fiecare regiune a litoralului, pe care nu o putem modifica, celălalt factor, însă, debitul, poate fi mărit.

S-au expus mai înainte localităţile de pe glob cu amplitudinile de maree care ar putea fi folosite în scopuri energetice. Dintre toate, coastele franceze ale Mînecii sînt privilegiate în ce priveşte utilizarea mareelor şi în special estuarul fluviului Rance este cel mai favorabil, dispunînd de un vast bazin natural de acumulare.

Aici a fost construită prima uzină maremotrică din lume. Principiul ei de funcţionare este fondat pe utilizarea mai multor grupe de turbogeneratoare conţinînd



Termeni de maree

cuplate în același bloc, turbina și alternatorul. Sistemul are avantajul că turbina dă randamente în ambele sensuri, atît în timpul cînd mareea umple bazinul, cît și în cazul invers, cînd bazinul se golește la scăderea mareei. Uzina, de 240 000 kW, a început să livreze energie în cursul anului 1966.

Pe aceleași principii, în Uniunea Sovietică se studiază construirea mai multor centrale maremotrice în diferite golfuri din Marea Albă, unde mareea are amplitudini favorabile. Planurile de viitor ale constructorilor sovietici au în vedere crearea complexului energetic „Canalul Mînecii—Marea Albă—Obi", care ar reuni centralele franceze cu cele sovietice. Un astfel de plan ar fi un exemplu de colaborare internațională în domeniul energeticii.

D. CURENȚII MARINI

Cauza principală a formării curenților care parcurg oceanele sînt vînturile regulate, constante și periodice. Modificările acestor circuite se produc din cauza rotației Pămîntului, a obstacolelor continentale și a frecării moleculelor lichide (unele de altele, sau de fundul mării). Uneori, obstacolele continentale pot da naștere la curenți de compensație.

S-a constatat o concordanță între direcțiile mișcărilor atmosferice și mișcările oceanice.

Straturile superioare ale apei sînt puse în mișcare de vînt, iar frecarea interioară a moleculelor de apă determină la rîndul său o mișcare a moleculelor situate sub primul strat de apă, de la suprafață.

Curenții succesivi provocați în adîncime își schimbă mereu direcția, din cauza rotației Pămîntului, și anume spre dreapta în emisfera nordică și spre stînga în emisfera de sud. În consecință, la o adîncime oarecare, direcția curentului poate fi mult diferită de aceea a vîntului care i-a dat naștere.

Vînturile alizee, prin acțiunea lor comună de o parte și de alta a ecuatorului, împing apele oceanice în direcția rezultantei, de la est spre vest.

Acţiunea vînturilor nu se manifestă însă numai în regiunea ecuatorului. După cum s-a arătat, pe latitudinile medii există vînturi de vest. Aceste vînturi împing masele de apă oceanice de la vest la est, formînd astfel ramurile exterioare de închidere ale circuitelor curenţilor ecuatoriali. Vînturile de vest dau naştere în Oceanul Austral marelui curent austral, care circulă în jurul globului.

Variaţia densităţii apei de mare este, de asemenea, o cauză a formării de curenţi marini. Ori de cîte ori vin în contact straturi orizontale de apă de densităţi diferite, particulele de apă se pun în mişcare.

La suprafaţă, această mişcare este îndreptată de la straturile mai puţin dense către cele mai dense. Din cauza distribuţiei neegale a căldurii, a evaporării şi a ploilor pe suprafaţa oceanelor, rezultă că densitatea nu este niciodată constantă, ceea ce face ca straturile de apă să fie în continuă mişcare.

Deoarece strîmtorile unesc uneori mări cu densităţi diferite, ele pot fi sediul unor curenţi puternici.

Astfel, în Marea Mediterană, al cărei nivel este cu o jumătate de metru mai jos decît al Oceanului Atlantic, există un curent de suprafaţă care vine din ocean prin strîmtoarea Gibraltar ; în adîncime, circulaţia apei este în sens invers (apa mai sărată a Mării Mediterane se scurge prin strîmtoare în ocean).

De asemenea, în strîmtorile Bosfor şi Dardanele există un curent de suprafaţă stabilit de la Marea Neagră, mai puţin sărată, către Marea Egee.

O schimbare de apă analogă se produce între Marea Roşie şi Oceanul Indian, prin strîmtoarea Bab-el-Mandeb, precum şi între Marea Nordului şi Marea Baltică, prin Belturi şi Sund.

Cînd un curent loveşte coasta, se produce o schimbare a direcţiei sale ; din ciocnire poate rezulta chiar un curent cu direcţie contrară curentului incident. Asemenea curenţi se întîlnesc la ecuator, în Oceanul Atlantic şi în Pacific, sub numele de contracurenţi ecuatoriali.

Din această categorie de curenţi, denumiţi de compensaţie, fac parte aproape toţi curenţii care circulă în mările marginale, ca Marea Bering sau Marea Japoniei.

Menţionăm şi curenţii verticali — un schimb de ape între suprafaţă şi adîncime — produşi de vînt. Există şi curenţi verticali de convecţie, care iau naştere prin răcirea apelor de la suprafaţă ; devenind mai grele apele reci cad şi sînt înlocuite cu altele mai uşoare, provenite de la adîncimi mai mari.

În general, curenţii care transportă cantităţi enorme de apă influenţează sau determină repartiţia faunei şi florei de suprafaţă sau de adîncime, alimentează cu oxigen adîncimile apelor. Masele de apă caldă care pătrund la latitudini mari şi curenţii reci care pătrund în zonele temperate şi subtropicale exercită, la rîndul lor, o influenţă asupra atmosferei, determinînd particularităţile climei diferitelor regiuni ale planetei.

Principalele sisteme de curenţi marini. De-a lungul ecuatorului, de o parte şi de alta a sa, se găsesc o serie de curenţi calzi, prezenţi în fiecare din cele trei oceane, care merg de la est la vest ; aceştia sînt curenţii ecuatoriali. Între ei se găsesc contracurenţi ecuatoriali, cu direcţie contrară, adică de la vest la est. Astfel, toată regiunea ecuatorială este sediul unei duble circulaţii, paralelă cu ecuatorul ; atît la nord, cît şi la sud de ecuator, apele sînt împinse de la est la vest, iar între aceste două circuite se constată o circulaţie a apei de la vest la est.

În afară de Oceanul Indian de nord, limitat şi închis de continentul asiatic, în fiecare din cele cinci mari bazine oceanice — Atlanticul de nord, Atlanticul de sud, Pacificul de nord, Pacificul de sud şi Oceanul Indian — se găsesc curenţi importanţi.

Acesta este aspectul general pe care-l prezintă circulaţia oceanică. Să ne oprim puţin asupra curenţilor specifici fiecărui ocean.

Curenţii Atlanticului de nord. Cel mai important curent al acestui ocean este Curentul ecuatorial, care pleacă din regiunea vestică a Africii, spre coasta de est a continentului sud-american. Acest curent se compune din două ramuri : una la sud de ecuator şi alta care taie ecuatorul, ambele fiind separate de contracurentul ecuatorial, cu direcţia de la vest la est.

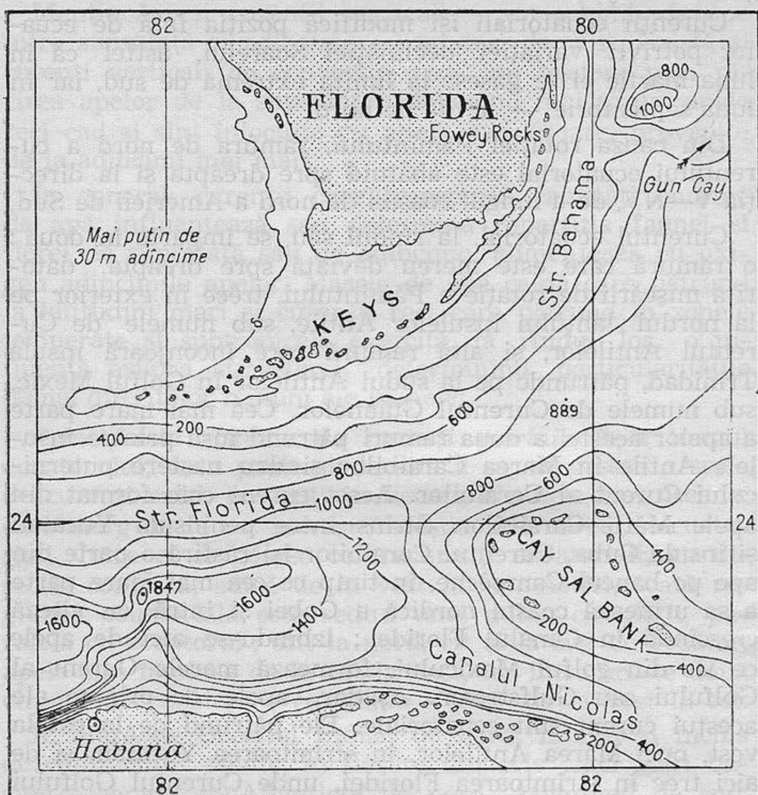
Curenții ecuatoriali își modifică poziția față de ecuator potrivit variației declinației Soarelui, astfel că în luna martie ei se găsesc la limita extremă de sud, iar în luna septembrie — la cea de nord.

Din cauza rotației Pămîntului, ramura de nord a curentului ecuatorial este abătută spre dreapta și ia direcția V—NV, de-a lungul coastei de nord a Americii de Sud.

Curentul ecuatorial, la rîndul său, se împarte în două: o ramură care este mereu deviată spre dreapta, datorită mișcării de rotație a Pămîntului, trece în exterior pe la nordul lanțului insulelor Antile, sub numele de Curentul Antilelor, și altă ramură care înconjoară insula Trinidad, pătrunde pe la sudul Antilelor în Golful Mexic, sub numele de Curentul Guianelor. Cea mai mare parte a apelor acestei a doua ramuri pătrund însă printre insulele Antile în Marea Caraibilor și dau naștere puternicului Curent al Caraibilor. Acest curent este format din apele Mării Caraibilor. Strîns între peninsula Yucatan și insula Cuba, Curentul Caraibilor își răsfiră o parte din ape pe bancul Campêche, în timp ce cea mai mare parte a sa urmează coasta nordică a Cubei și intră cu viteză crescîndă în Canalul Floridei; izbindu-se aici de apele ce ies din golful Mexicului, formează marele Curent al Golfului sau Gulfstream. Așadar, apele de origine ale acestui curent sînt ecuatoriale. Ele pătrund de la est la vest, prin Marea Antilelor, în strîmtoarea Yucatan, și de aici trec în strîmtoarea Floridei, unde Curentul Golfului se simte pînă la 800 m adîncime. Deoarece spre nord-est strîmtoarea Florida se îngustează, viteza curentului care pătrunde în strîmtoare se mărește. Aici, Gulfstreamul prezintă toate trăsăturile sale cunoscute; datorită polului de căldură al Antilelor și structurii strîmtorilor Florida și Bahama, curentul se prezintă ca un fluviu cu apele albastre, foarte limpezi, sărate și calde (+28°C).

Imediat după ieșirea din Canalul Bahama, Curentul Golfului se lărgește. El își continuă drumul spre nord, pe mai multe grade de latitudine, fără o deviație apreciabilă spre est.

Dacă direcția și omogenitatea relativă a Curentului Golfului nu sînt îndoielnice pînă la longitudinea de 50°V,



Batimetria canalului Florida în ianuarie

nu același lucru se poate spune despre partea sa de la est de acest meridian, unde curentul se lărgește în evantai (se identifică fîșii orientate în aproape toate direcțiile). Această zonă nesigură se numește uneori Delta Gulfstreamului. Ea se prelungește pînă în nordul Europei („deriva Atlanticului").

Dintre toți curenții marini, Gulfstreamul prezintă caracterele fizice cele mai bine studiate ; instrucțiunile nautice din cărțile-pilot cuprind datele practice necesare navigației.

La înălţimea Golfului Gasconiei, din deriva Atlanticului se desface un curent spre sud, care scaldă coastele Spaniei şi Portugaliei şi se uneşte cu Curentul ecuatorial, închizînd astfel marele circuit al Atlanticului de nord, în mijlocul căruia se află Marea Sargaselor.

O deviaţie a acestui curent pătrunde prin Gibraltar în Marea Mediterană, unde dă naştere unui curent circular slab.

O ramură a curentului pătrunde în Canalul Mînecii şi în Marea Irlandei ; alta face înconjurul Insulelor Britanice, se uneşte cu ramura care a ocolit pe la est aceleaşi insule şi împreună scaldă coastele Norvegiei pînă la Capul Nord. O parte a apelor acestei ramuri ocoleşte pe la nord Peninsula Scandinaviei şi ajunge cu viteză foarte redusă pînă la Novaia Zemlea ; o altă parte se ridică spre nord pînă la Svalbard, ale cărei coaste sud-vestice devin astfel libere de gheaţă timp de cîteva săptămîni pe an.

La sud de Islanda, o ramificaţie cunoscută sub numele de Curentul Irminger ocoleşte coastele de sud şi de vest ale insulei ; o ultimă ramură a acestui curent se ridică de-a lungul coastei de vest a Groenlandei, pe care o face accesibilă în fiecare an, timp de una sau două luni (vara).

Un curent rece din Oceanul Arctic coboară din Baia lui Baffin prin strîmtoarea Davis şi se uneşte cu un alt curent care vine de pe coasta de est a Groenlandei ; împreună, ei formează Curentul Labradorului. Acesta scaldă coasta de est a Canadei, înconjoară Terra-Nova pe la est (şi pe la sud) şi depune pe bancurile acestei insule cea mai mare parte din gheţarii plutitori cu care vine încărcat din regiunile nordice. Viteza lui este mică (6—10 mile pe zi). În largul oceanului (la înălţimea insulei Terra-Nova) temperatura este de +18°C, pe cînd la cîţiva kilometri spre vest, în Curentul Labradorului, temperatura atinge abia +5°C.

Din cauza conţinutului lor bogat în diatomee, apele Curentului Labradorului sînt verzi-măslinii, ca apele din regiunile arctice.

Curentul Gulfstreamului se ramifică deci foarte mult spre nord. Aceasta se datoreşte, în parte, influenţei vînturilor circulare din jurul Islandei, unde se formează un minim de presiune precum şi atracţiei determinate de

curenții polari, care coboară pe coasta de est a Groenlandei și a Americii de Nord, realizînd astfel schimbul de ape între ecuator și regiunile polare.

Apele Gulfstreamului transportă cantități enorme de căldură. De aici, acțiunea sa binefăcătoare asupra climatului regiunilor Europei occidentale, ale cărei coaste sînt scăldate de apele sale calde.

În strînsă legătură cu Gulfstreamul acționează Curentul Labradorului. Astfel, raritatea ghețurilor la Terra-Nova este un indiciu că Europa va avea o iarnă și o primăvară rece. Din contră, abundența munților de gheață la Terra-Nova (aduși de curentul polar) va fi urmată de o atracție a apelor calde ale Gulfstreamului, de o împingere a lor către nord. Iarna este atunci ploioasă și dulce, iar primăvara sosește de timpuriu.

Aceste observații prezintă o oarecare importanță practică deoarece permit să se prevadă cu un an mai înainte caracterele generale ale anotimpului rece (apelor Atlanticului le trebuie mai mult de un an pentru a ajunge de la coasta americană la aceea a Europei).

Datorită Gulfstreamului regiunea bancurilor, insulei și gurii Sf. Laurențiu este dominată de ceață aproape în tot timpul anului (mai cu seamă primăvara și vara), din cauza întîlnirii apelor arctice cu apele calde. Această regiune poate fi numită polul de ceață al Pămîntului, fiind partea cea mai cețoasă de pe glob.

În toată această regiune de ape polare, în general reci, amestecate cu ape salmastre, aduse de fluviul Sf. Laurențiu, și în contact cu apele calde ale Gulfstreamului, furnică atîtea viețuitoare marine, că ea este cea mai populată și cea mai exploatată în pescuit. Datorită acestui fapt, navele noastre pescărești „Constanța" și „Galați" au făcut acolo o bogată recoltă de pește felurit în vara anului 1965 și iarna anului 1966.

De-a lungul țărmului Guineei este un curent cald numit Curentul Guineei, care nu este decît terminarea spre est a contracurentului ecuatorial.

Curenții în Oceanul Arctic. Apele bazinului polar au o mișcare generală de translație, prin care se asigură transportul banchizei de gheață de la strîmtoarea Bering către Groenlanda.

Nansen a stabilit existenţa unei derive de ape polare din regiunea Insulelor Noii Siberii spre Groenlanda şi Spitzbergen. Acestei derive polare i se datorește transportul de bucăţi de lemne (rămăşiţe ale brazilor smulşi de pe coastele Siberiei), care eşuează pe coastele de la Svalbard şi Jan Mayen.

De-a lungul coastei de vest a Groenlandei circulă un curent care trece apele atlantice sărate şi călduţe prin strîmtoarea Davis (+3,5° C) şi le transportă pînă la Baia Melville. Mai există şi un al doilea curent, contrar primului, care circulă spre sud, de-a lungul coastelor occidentale ale Mării Baffin. Acest curent este format din apele nordice care vin prin strîmtorile Smith, Jones şi Lancaster şi care se unesc în apa liberă de gheaţă din faţa Băii Melville. El atinge viteza de 12 mile marine pe zi în strîmtoarea Davis. De aici curentul porneşte mai departe, spre sud, de-a lungul coastei Labradorului sub numele de Curentul rece al Labradorului (are temperatura de —1,5° C).

În timpul cercetărilor A.G.I. s-a stabilit că prin trecătorile lanţului submarin din partea sudică a Oceanului Arctic se produce o revărsare de apă care este supusă unor oscilaţii importante. Schimbul de apă între Atlanticul de nord şi bazinul Arctic este în funcţie de multe cauze, de care este strîns legat pescuitul din această regiune.

Foarte multe nave pescăreşti din Islanda, Norvegia, Anglia, U.R.S.S. circulă prin aceste ape în căutarea bancurilor de scrumbii, morun, biban de mare etc. In aceste regiuni au pescuit şi navele noastre „Constanţa" şi „Galaţi" în iarna anului 1964—1965, continuîndu-şi apoi pescuitul în regiunea dintre coasta de vest a Africii şi Insulele Capului Verde.

Curenţii Atlanticului de sud. Şi Atlanticul de sud este parcurs de un sistem de curenţi calzi şi reci. Curentul ecuatorial de sud circulă spre sud-vest de coasta Braziliei (pe la Capul San Roque) de-a lungul coastei Americii de Sud, sub numele de Curentul Braziliei. La nord de Santos apar adesea curenţi de sens contrar celui brazilian.

La înălţimea gurii fluviului La Plata, Curentul Braziliei este deviat din ce în ce mai mult spre est, atît din cauza rotaţiei Pămîntului, cît şi datorită vînturilor de vest. Această deviaţie este pricinuită într-o oarecare măsură şi de acţiunea Curentului rece al Antarcticului, care se înfige ca o pană între continent şi Curentul Braziliei şi care joacă, aşadar, acelaşi rol ca şi Curentul Labrador din Atlanticul de nord.

Partea principală a Curentului Braziliei îşi continuă cursul spre S—SV, pînă la latitudinea de 43°S, de unde este deviată complet spre est.

Pe la Capul Horn intră în Oceanul Atlantic un curent rece din Oceanul Pacific, care are o viteză de o milă pe oră, devenind Curentul Falklandului. Acest curent se îndreaptă spre nord-est şi după întîlnirea cu Curentul Braziliei îl acompaniază pe acesta spre est. O parte a Curentului Falkland se răsfrînge însă îndată spre nord, după ce a trecut grupul de insule cu acelaşi nume şi, de-a lungul coastei Patagoniei, în direcţia spre N—NV, împingînd spre est curentul cald al Braziliei. În apropiere de coastă curentul rece al Falklandului se încălzeşte la suprafaţă în timpul verii, însă departe de coastă el rămîne totdeauna rece şi se deosebeşte prin culoarea sa verzuie de culoarea albastră închisă a Curentului Braziliei. Apa rece a Curentului Falkland se mai caracterizează printr-o abundenţă de peşte, ceea ce face ca stoluri de diferite păsări să zboare deasupra acestor ape. Ceţuri groase plutesc în această regiune, aduse de vînturile de est peste apele calde ale Curentului Braziliei. Din cauza diferenţei de temperatură a apelor se nasc aici furtuni, ceea ce face să existe o analogie cu regiunea de la sud de Terra-Nova.

Curentul Falklandului transportă cantităţi considerabile de aisberguri provenind din gheţarii continentului Antarctic.

Între Capul Horn şi Capul Bunei Speranţe circulă, de la vest la est, un mare curent rece, compus din Curentul Braziliei, din ramura răsfrîntă a Curentului Falklandului şi dintr-o parte a marelui circuit care transportă masa generală de ape a Oceanului Austral, sub acţiunea permanentă a vînturilor de vest. Acest curent de legătură

al Atlanticului de sud întîlnește la sudul Africii un alt curent cald, care vine din Oceanul Indian. Acesta din urmă este împins spre sud-est și spre est. Curentul de legătură este deviat apoi spre nord, de-a lungul coastei de vest a Africii, sub numele de Curentul Benguelei. El se îndepărtează spre NV, mărindu-și treptat viteza, pînă la 30 mile pe zi, din cauza vînturilor alizee de SE. La ecuator apele sale se adaugă la Curentul ecuatorial ; circuitul Atlanticului de sud este astfel închis.

O curiozitate a Curentului Benguelei este că în apropiere de coastă și în special în golfuri apa sa este mai rece decît în largul oceanului, existînd diferențe de 3°—7° C, cu toate că sub coasta tropicală a Angolei și Benguelei ar trebui ca apa să fie mai caldă. Astfel, în Golful Angra Pequena (25°,5 latitudine sudică) apa are o temperatură de numai 10° C în timpul verii, cînd razele Soarelui sînt aproape perpendiculare, adică aceeași temperatură ca a apei în timpul iernii în Bosfor.

Apa rece din această regiune, fără îndoială, provine din adîncime. Culoarea sa este verde, produce ceață deasupra și este cauza lipsei de ploaie și a recifurilor coraliene de lîngă această coastă.

Ridicarea apei din adîncime la suprafață este atribuită aspirației de la distanță produsă de vînturile alizee și abaterii din cauza rotației Pămîntului, care provoacă o îndepărtare de coastă a Curentului Benguelei. Atunci golul produs se completează cu apa rece din adîncime.

Curenții din mările care comunică cu Oceanul Atlantic. În Marea Baltică, îngrămădirea de ape dulci determină o ridicare a nivelului mării la Haparanda — în nordul Golfului Botnic — cu 14 cm iar la Kronstadt, cu 37 cm. Din această cauză se nasc curenți de suprafață, prin scurgerea apelor puțin sărate din Baltica în Marea Nordului, și curenți de adîncime, prin aducerea apelor de compensare, sărate, din Marea Nordului în Marea Baltică.

În Marea Mediterană se observă doar cîțiva curenți permanenți, foarte slabi și neregulați. Acești curenți par să aibă originea în Curentul Gibraltarului. În strîmtoarea Gibraltar, largă de 14 km, există un curent de suprafață care circulă cu viteză medie de 2,5 noduri, pătrunzînd

pînă la 100 metri în adîncime, pe sub care trece un altul, de adîncime, mai rapid decît primul (4,4 noduri), care transportă în Atlantic apele sărate ale Mediteranei.

De fapt Mediterana prezintă în general un circuit închis de ape, cu direcţia în sens opus acelor unui ceasornic. De-a lungul coastei africane, Curentul Gibraltar se prelungeşte spre est, ajungînd pe coastele Siriei. El trece apoi spre vest, de-a lungul coastei Asiei Mici şi a insulei Creta. La capul Matapan, curentul circular al Mediteranei se îndepărtează spre vest cu viteza de 1 nod. În această zonă, navigatorii întîlnesc adeseori apă moartă (cînd bate vîntul din sectorul vestic, acesta anulează efectul curentului). În partea occidentală a Mediteranei domină un curent de vest, adesea modificat de acţiunea mistralului.

În Marea Neagră, din cauza diferenţei de densitate dintre partea sa nord-vestică şi cea sudică, a luat naştere un curent de apă puţin sărată, care circulă de la nord spre Bosfor ; în strîmtoare se suprapune unui curent foarte sărat, de provenienţă mediteraniană.

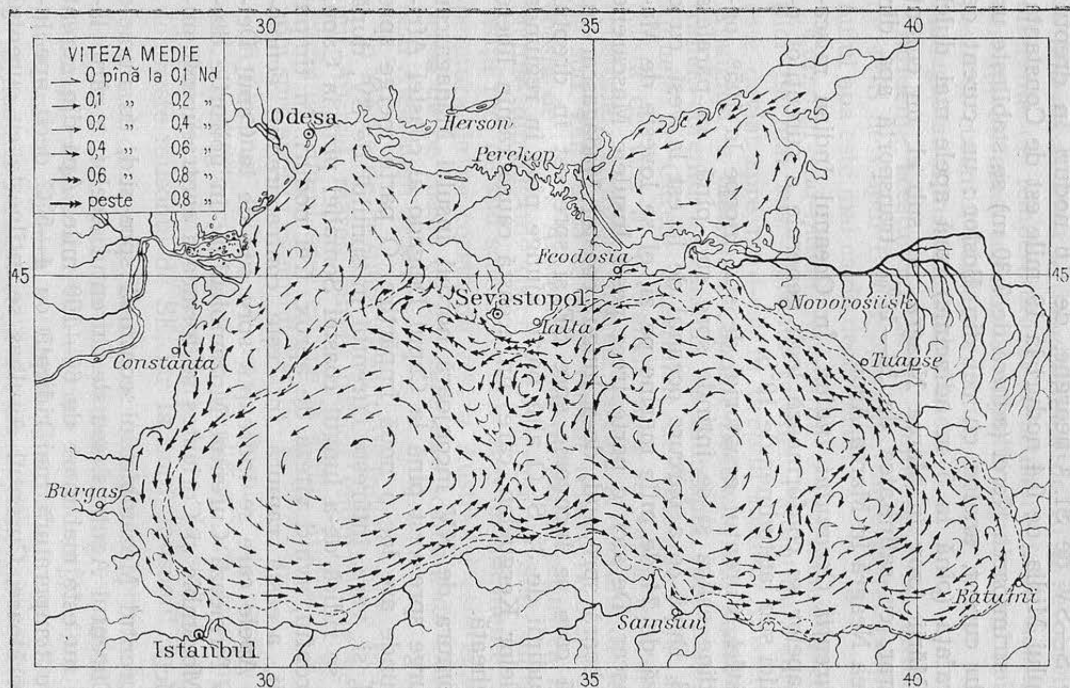
O parte din apa care vine din nordul Mării Negre nu poate trece prin Bosfor şi îşi continuă drumul de-a lungul coastei Anatoliei. Apare, aşadar, un curent care face ocolul Mării Negre în sens contrar acelor unui ceasornic şi care încheie circuitul curentului plecat spre sud din regiunea gurilor Dunării.

În afară de acest curent circular general, în lungul coastelor Mării Negre mai există alţi doi curenţi circulari unul în jumătatea vestică a mării, celălalt în jumătatea estică, ambii formînd două bucle.

Forma circulară a curenţilor se datoreşte salinităţii slabe din zona litorală şi sensului circular al vînturilor de aici.

Curgînd spre Bosfor, apa din nord-vestul mării, amestecată cu apa fluviilor, formează un curent litoral cu direcţia nord-sud, care are o influenţă importantă în depunerea aluviunilor la gurile Dunării. În adîncime există un curent care se îndreaptă în direcţie contrară celui de la suprafaţă, adică spre nord.

Curentul de suprafaţă, cu direcţia sud, care transportă apele Dunării atinge uneori adîncimea de 25 m.



Curenții Mării Negre

Curentul de nord, a cărui temperatură variază între 22° C și 15° C, atinge viteza de 1 nod la distanța de 2 mile S—SV de Sf. Gheorghe, de 0,6 noduri în dreptul Capului Midia, de 0,4 noduri la 19 mile est de Constanța.

În strîmtoarea Kerci (adîncă de 7,30 m) se stabilește un dublu curent, analog cu cel din Bosfor : un curent de suprafață (pînă la 5 m adîncime) cară apele mai dulci ale Mării Azov în Marea Neagră, iar sub el, un curent contrar, cu salinitatea de 16—17‰, transportă apa din Marea Neagră în Marea Azov.

Curenții Oceanului Indian. În Oceanul Indian mișcarea apelor se conformează legii generale a curenților oceanici sub latitudinea de 10°S.

Astfel, Curentul ecuatorial de sud începe la 105° longitudine estică și se întinde spre sud pînă la paralela 27°S. După ce a parcurs oceanul de la est la vest, cu o viteză de 24 de mile marine pe zi, el se lovește de Madagascar. De aici, o parte trece peste Insulele Mascarene și coboară spre sud, de-a lungul coastei Madagascarului după care se încovoaie spre SE și spre est în dreptul latitudinii de 35°S. O altă parte ajunge pînă în regiunea insulelor Kerguélen, care din această cauză rămîn libere de gheață.

Ramura de NV înconjoară nordul insulei Madagascar și curge spre vest pînă la Capul Delgado al coastei Africii, unde are loc o nouă împărțire. O parte merge spre nord, și, vara, întărește curentul musonului de SV, după care se ridică de-a lungul coastei Somaliei pînă la Capul Guardafui, avînd viteza de aprox. trei noduri. În timpul iernii, această ramură întărește contracurentul ecuatorial. Apele care se îndreaptă spre sud de la Capul Delgado formează Curentul Mozambicului ; în golfurile dintre Mozambic și Corientes se formează contracurenți puternici.

Curentul Mozambicului continuă spre sud, cu numele de Curentul Agulhas, sau de Curentul Acelor, a cărui lățime nu este mai mare de 60—100 mile. Apa din curent are o temperatură mai ridicată cu 4—5°C decît apa înconjurătoare. Curentul Agulhas se întîlnește cu curentul rece al Atlanticului de sud, fiind împins de acesta spre

est. Se formează astfel o parte din marele curent al vînturilor de vest, rezultat din alipirea acestor ape (fără să se amestece). Pînă la longitudinea de 75°E se observă o diferență de temperatură și de culoare între acești doi curenți. Pe acest traseu, la curentul Agulhas se mai alipește și curentul Madagascarului, care se scurge printre Madagascar și Insulele Mascarene.

Influența acestui curent se simte pînă la latitudinea de 42°S de Capul Bunei Speranțe, unde în tot timpul anului apa este mai caldă decît aerul.

Curentul sud-indian reprezintă o continuare a curenților de mai sus. Datorită rotației Pămîntului, curentul este deviat spre nord-est în dreptul insulei Amsterdam. Ajungînd la înălțimea Capului Leeuwin, din sudul Australiei, curentul sud-indian se îndreaptă spre nord, sub numele de Curent Australian de vest (deși nu atinge coasta de vest a Australiei), apoi se varsă în Curentul ecuatorial, închizînd marele circuit al Oceanului Indian de sud. Din cauză că acest curent relativ rece nu atinge coasta de vest a Australiei, aici nu există cețuri ca în regiunile din vestul Africii și Americii de Sud, unde curenții reci de sud scaldă coastele acestor continente. Temperatura de pe coasta de vest a Australiei este egală cu aceea de pe coasta de est, care este scăldată de Curentul cald Australian de est.

În mările de la sudul Oceanului Indian, adică în Oceanul Austral, marele curent datorit vînturilor de vest își continuă drumul spre est, pe la sudul Australiei și trece apoi spre sudul Oceanului Pacific.

În Oceanul Indian de nord, dincolo de paralela 10° sud, condițiile curenților se modifică cu anotimpurile (depind de regimul musonilor). Vara, la sud de ecuator domnește musonul de SE, iar la nord, musonul de SV.

La sud de insula Socotra se constată o sporire a vitezei curentului, care se îndepărtează spre est (pînă la 5 noduri) ; ramura curentului care se îndreaptă spre nord, între insula Socotra și Capul Guardafui, are viteza de 2—3 noduri. La sud și la est de Ceylon, curentul atinge viteza sa maximă (130 de mile pe zi).

Temperatura anormal de joasă (+25°C) înregistrată pe coastele Somaliilor, începînd de la Capul Guardafui spre sud, pînă la latitudinea 3°N a regiunii tropicale, se datorește afluxului de apă rece de la fund (în contrast cu temperatura apei vecine, din Golful Aden, care este de + 30°C).

La sud de ecuator, din cauza musonilor se dezvoltă un sistem de curenți îndreptați spre vest. Curentul ecuatorial, a cărui limită nordică se găsește mai spre sud în timpul iernii decît în timpul verii, are direcția tot spre vest. Se constată, de asemenea, formarea unui contracurent ecuatorial de est, cu viteza foarte variabilă (atinge uneori 3 noduri).

În Oceanul Indian de nord curentul produs de musonul de NE este în general mai slab decît acela produs de musonul de SV. La est de insula Ceylon, iarna, curentul atinge viteza de 4—5 noduri, avînd direcția sud, adică contrară celei din timpul verii.

Pe coasta de est a Golfului Bengal și mai departe spre sud, curenții sînt foarte neregulați.

În strîmtoarea Bab-el-Mandeb, între Marea Roșie și Oceanul Indian există un regim al curenților analog cu cel de la Gibraltar : un curent de adîncime, din Marea Roșie în Oceanul Indian și un curent de suprafață, în sens invers.

Curenții Oceanului Pacific de nord. În Oceanul Pacific există un regim de curenți asemănător cu cel din Atlantic. Ca și în Atlantic, și aici există un curent ecuatorial de nord moderat (cu viteza de 15 mile pe zi) care pleacă de la insulele Revilla-Gigedo, traversează tot Oceanul Pacific, pînă în Filipine și se îndreaptă spre NV, către insula Taivan, luînd apoi direcția nord, pentru a forma Curentul Japoniei sau Curo-Șivo (curentul negru). O parte mai mică a apelor din Curentul ecuatorial de nord se îndreaptă întîi spre sud, de-a lungul insulei Mindanao, apoi spre est, formînd, împreună cu o altă ramură a Curentului ecuatorial de sud, contracurentul ecuatorial. Acest contracurent merge spre est cu o viteză medie de 20 de mile pe zi. El circulă între paralelele de 3°N și 8°N, pînă la golful Panama, de unde se răsfrînge spre sud, pentru a se uni cu Curentul ecuatorial de sud.

Curo-Șivo este curentul principal al Pacificului de nord. El joacă un rol analog cu al Gulfstreamului din Atlanticul de nord.

Ca origine a acestui curent se poate considera insula Taivan, de unde apele pornesc cu o viteză medie de 40 de mile marine pe zi. Curentul are aici lărgimea de 100 de mile și direcția generală N—NE. Începînd, însă, de la insulele Kiușiu, viteza sa crește, atinge 70 mile marine pe zi, și curge la oarecare distanță de insulele Kiușiu, Sicocu și Honsiu, sub adevăratul nume de Curo-Șivo. El se îndreaptă spre nord, ramificîndu-se în două : o parte pornește spre Marea Galbenă iar alta trece prin strîmtoarea Coreei, în Marea Japoniei. Din cauza rotației Pămîntului, curentul ia direcția NE, traversează paralela de 40°N, de unde apoi se îndreaptă spre est, sub numele de Curentul Pacificului de nord (viteza medie 15 mile marine pe zi). După Makarov, limita spre nord a lui Curo-Șivo este latitudinea de 41°.

Ajuns la coasta de vest a Americii de Nord, o mică ramură din curent se îndreaptă spre nord și urmează coasta pînă la Insulele Aleutine. Partea principală a curentului se îndreaptă însă spre SE și urmează în larg coastele Statelor Unite și Mexicului, pînă la Tropicul Cancerului, sub numele de Curentul Californiei. La Capul San Lucas (sudul Californiei) curentul se îndepărtează de coastă și se alipește Curentului ecuatorial de nord, închizînd marea buclă a circuitului din Pacificul de nord.

În 1963 s-a constatat deplasarea spre sud a curentului cald Curo-Șivo, care a cauzat în acel an schimbări considerabile în clima Japoniei, provocînd mari pierderi agriculturii.

Ca și pe coasta de NV a Africii, și pe coasta de vest a Americii de Nord, între Capul San Lucas și San Francisco, se află o regiune cu apă rece, care provine din straturile adînci, formîndu-se sub influența musonilor din regiune.

Apele costiere ale insulelor Kurile și ale Arhipelagului Japoniei (pînă la Kiușiu) sînt mult mai reci decît acelea din Curentul Curo-Șivo ; ele se prezintă sub forma unui

curent slab, cu tendința de a curge spre sud și numit Oya-Șivo. Temperatura apei acestui „curent" este cu 9—11°C mai scăzută decît a apei din larg a curentului Curo-Șivo (23—30°C); cețuri dese și aproape neîntrerupte plutesc peste apele acestea reci și sărace în pește, iar furtunile bîntuie adesea această regiune, așa cum se petrece și în Atlantic deasupra Curentului Florida.

Un alt curent rece se scurge de la gura fluviului Amur, de-a lungul coastei Manciuriei, pînă la strîmtoarea Coreei. Din această cauză în Marea Japoniei există vara o diferență de temperatură de 10—20°C între apele coastei de vest și ale celei de est; coasta răsăriteană este încălzită de ramura amintită a Curentului Curo-Șivo.

În Marea Chinei de Sud, curenții sînt influențați de musonii regiunii, ca și în Oceanul Indian de nord. Totuși, curenții mareelor adeseori întăresc (opresc sau chiar răstoarnă) curenții normali din strîmtori sau din părțile puțin adînci ale acestei mări. La fel se petrec lucrurile și în apele arhipelagului austral-asiatic.

Curenții Oceanului Pacific de sud. În această parte a Oceanului Pacific, ca și în Atlanticul de sud, se constată o rețea largă de curenți, care circulă în sens invers sensului acelor unui ceasornic. Partea superioară a acestui circuit este formată de Curentul ecuatorial de sud, care pornește de la Insulele Galapagos, traversează tot oceanul de la est la vest și ajunge pînă la insula Noua Caledonie. Aici, o parte a curentului se îndreaptă spre NV, prin Marea Coralilor și prin strîmtoarea Torres, iar cealaltă curge de-a lungul coastei orientale a Australiei, sub numele de Curentul est-australian. În timpul iernii, această bifurcație dispare, deoarece toată apa este împinsă de-a lungul coastei Australiei spre sud.

Acest curent are cea mai mare viteză la nord de ecuator (între 0° și 3° lat. N).

S-a constatat că în zona de la sud de ecuator, unde există curentul constant provocat de alizee cu direcția de la est la vest apa se deplasează și în sens invers, de la vest la est. Un fluviu submarin enorm, în lățime de circa 400 kilometri și în „grosime" de circa 200 m, curge la o

adîncime de peste 100 m cu viteza de circa 1,5 m/s, adică de două ori mai repede decît curentul cauzat de alizee, ce curge deasupra lui, spre vest. Curentul Cromwell se întinde pe o suprafață de peste 4 500 km și dispare în apropierea insulelor Galapagos.

Ceea ce este însă și mai surprinzător — sub curentul Cromwell se constată încă un curent, slab, avînd direcția curentului celui mai „de sus", spre vest, adică direcția alizeelor.

Fîșiile de apă rece venite din adîncime la suprafață au suprimat complet viața și construcțiile coraliene pe coastele celor 16 insule ale arhipelagului Galapagos, cu toată poziția lor ecuatorială.

Pe latitudinea de 3°36'N și longitudinea de 85°V s-a descoperit un adevărat zid de apă, datorită unirii celor doi curenți ecuatoriali (de nord și de sud), care au aceeași direcție spre vest. Între cei doi curenți apare vizibilă o linie de zigzag, care atrage păsările ; este o fîșie din suprafața apei formată din spumă cu microorganisme, din rupturi și cioturi de copaci, din cochilii de diferite forme.

Curentul est-australian este un curent cald, lat cam de 100 de mile, a cărui viteză atinge aprox. 1—2 noduri ; este deviat spre stînga de rotația Pămîntului, se curbează mai întîi spre sud și apoi spre est și se alătură marelui Curent austral. Curentul cald est-australian ajunge pînă în dreptul strîmtorii Bass (între Tasmania și Australia) abătîndu-se apoi către NE, pînă în partea de nord a Noii Zeelande. De aici, curentul pornește spre est.

Curenții Oceanului Austral. În Oceanul Austral există trei forțe principale care dau naștere curenților : scurgerea spre nord a apelor reci și a ghețurilor antarctice, vînturile dominante de vest și, parțial, coborîrea spre sud a apelor tropicale mai calde.

Observațiile efectuate asupra compoziției apei în apropierea țărmurilor Antarcticii au permis să se pună în evidență regiunea principală de formare a apelor antarctice ; aceasta cuprinde Marea Weddell și zona de șelf adiacentă. Aici se produce topirea ghețarilor, iar temperatura, salinitatea și cantitatea de fosfor, siliciu și alte substanțe conținute în apă crește de la sud spre nord. Aceeași creștere



Curenții Oceanului Austral în ianuarie

a conținutului de oxigen și de săruri în apă dovedește existența unui curent circular (se spune și circumpolar) în jurul țărmurilor Antarcticii. Acest curent, cel mai mare din oceanul planetar, denumit Deriva de est sau Curentul vînturilor de vest, a fost studiat în mod detaliat în timpul A.G.I. S-a constatat că lățimea lui în Marea Bellingshausen este de 1 300 de kilometri. Viteza curentului atinge 20—30 cm/s în păturile superficiale. Apele superficiale duse de acest curent înconjoară tot continentul Antarctidei în timp de 2 ani. O viteză considerabilă se observă și la adîncimea de cîteva sute de metri, dar la adîncimea de 2 km viteza scade în așa măsură, încît apele de adîncime

trebuie să-și facă drumul lor circular în timp de peste 100 de ani. Volumul total de apă transportat de acest curent este evaluat la 6 000 000 km^3. Aceasta înseamnă că în mișcare este antrenată a 200-a parte din întregul volum al oceanului planetar. Chiar renumitul Gulfstream transportă de opt ori mai puțină apă decît Curentul vînturilor de vest.

Uneori, curenții sînt puternic împinși de apele tropicale, cum se întîmplă la nord de arhipelagul insulelor Marion și Crozet, unde curenții pot să atingă 80 de mile marine pe zi. În general, însă, vitezele lor sînt mult mai mici (5 la 30 de mile marine pe zi între Kerguélen și Noua Zeelandă și 10 la 20 de mile marine pe zi între Noua Zeelandă și punctul cel mai de sud al Americii).

Îngrămădirea de ape tropicale, acolo unde există, accelerează în bună parte curenții de suprafață. Această îngrămădire se constată numai pe coastele sud-estice ale extremităților continentelor și ale marilor insule din Oceanul Austral (America de Sud, Africa, Australia, Tasmania, Noua Zeelandă) unde deriva apelor calde către sud este o urmare a curenților tropicali. Aceste derive sînt foarte neregulate și dau naștere în sud-estul Africii la cel mai mare curent din Oceanul Austral, Curentul Agulhas sau Curentul Acelor despre care am amintit mai înainte.

Curenții de suprafață din regiunile tropicale dau naștere la mișcări mai puțin pronunțate pe coastele Americii de Sud, Australiei și Noii Zeelande. În larg de La Plata, curentul de SV înaintează cu viteza de 10 la 45 mile marine pe zi. El întîlnește Curentul Capului Horn, care se îndreaptă spre NE cu viteza de 10 la 50 mile marine pe zi.

Curenții reci de adîncime. Așa cum s-a arătat mai înainte, uneori, pe lîngă coastele occidentale ale continentelor circulă o serie de curenți reci acolo unde poziția geografică ar indica curenți calzi. Acești curenți reci, întîlniți pe lîngă coasta Perului, a Guineei și a Saharei, provin din apele adînci ale oceanului, ca urmare a unei circulații verticale a apei. Masa de apă caldă transportată de curenți de la ecuator spre poli este incomparabil mai mare decît masa de apă rece adusă de curenții de întoarcere. Această diferență este completată de apa care vine din adîncurile

oceanului la suprafață, formînd astfel circulația verticală. Apa rece din regiunile polare, adusă de ghețuri în straturile intermediare, este împinsă spre fund, către latitudinile calde, de unde se ridică la suprafață prin circulația verticală. Se formează un circuit complet între ecuator și latitudinile medii.

Aceste stabiliri de curenți verticali se fac numai prin mijloace de deducție a măsurării de temperatură, deoarece aplicarea sistemului de a identifica curenții prin curentometre nu este posibilă la mișcarea foarte înceată a apelor în sens vertical.

O descoperire oceanografică a navei sovietice *Viteaz* realizată în decembrie 1958 a A.G.I. a lămurit o problemă foarte importantă pentru știință, pînă atunci destul de confuză. Se credea că în marile adîncimi oceanice apele sînt stagnante, deci nu există curenți de adîncime, nu există oxigen și, prin urmare, adîncimile sînt lipsite de viață.

Prin lucrările de sondaj efectuate cu sonda-ecou în depresiunea Tonga s-a demonstrat neîndoielnic că depresiunea Tonga, ca și alte depresiuni studiate la fel, este bine spălată de apele oceanului atît în lungime, cît și de jos în sus printr-o lentă circulație a apelor și că există un schimb intens între cele mai adînci straturi de apă.

Studiul experimental al curenților se face în diferite moduri, după cum se cercetează curenții de suprafață sau cei de adîncime.

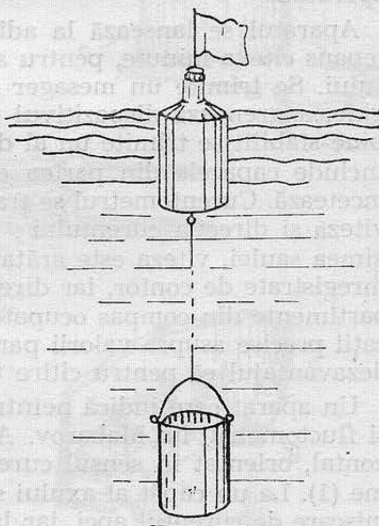
Cea mai simplă metodă pentru determinarea direcției și vitezei curentului este de a ancora (dacă adîncimea permite aceasta) și a măsura timpul necesar pentru ca un plutitor oarecare (o bucată de lemn) să parcurgă lungimea navei. Acest procedeu nu este aplicabil pentru adîncimile mari.

Cea mai veche metodă pentru măsurarea curenților este metoda comparării punctului. Ea se mai folosește și astăzi. Plecînd dintr-un punct cunoscut, situat la suprafața mării, marinarul navighează mai întîi prin „estimă“, adică ținînd seama de drumul indicat de compas și de distanța parcursă de navă — determinată cu ajutorul lohului sau prin numărul de rotații ale mașinii. Cu aceste două ele-

mente se înseamnă pe hartă punctul estimat (unde se apreciază că se găsește nava). Dacă între timp intervin curenți marini, punctul navei stabilit prin estimă nu corespunde cu punctul ridicat cu ajutorul mijloacelor astronomice (punctul astronomic). Distanța dintre punctul astronomic și cel estimat este proporțională cu mărimea curenților. Se pot deduce astfel viteza și direcția medie a curentului care a derivat. Această metodă nu prezintă destulă precizie, din care cauză nu se folosește decît în cazuri cu totul speciale, în lipsa altor mijloace mai precise.

Un alt procedeu este acela al flotoarelor. Metoda aceasta constă în aruncarea în mare a cîtorva flotoare bine închise (sticle, butoaie sau sfere de metal), care conțin în interior datele punctului de aruncare (data, ora, latitudinea și longitudinea locului). Întîlnind în cale aceste flotoare, navigatorii notează ora, ziua și locul unde le-au găsit și stabilesc astfel drumul străbătut și timpul scurs din momentul aruncării lor în apă. Pe baza acestor elemente se deduc caracteristicile curentului care le-a transportat.

Un sistem care servește la măsurarea curenților de adîncime este flotorul cu două bidoane. Bidonul superior este închis ermetic și poartă de obicei un mic pavilion, pentru a fi mai vizibil. În interior se introduc documentele cu datele menționate. Flotorul inferior este găurit, astfel că în el pătrunde o cantitate de apă. Cele două sisteme sînt reunite printr-un fir subțire, lung de 5 m. Flotorul superior este supus acțiunii curenților marini existenți pînă la 5 metri adîncime, dar nu și acțiunii vînturilor.


Determinarea direcției și vitezei curenților de adîncime

Pentru determinarea elementelor unui curent de

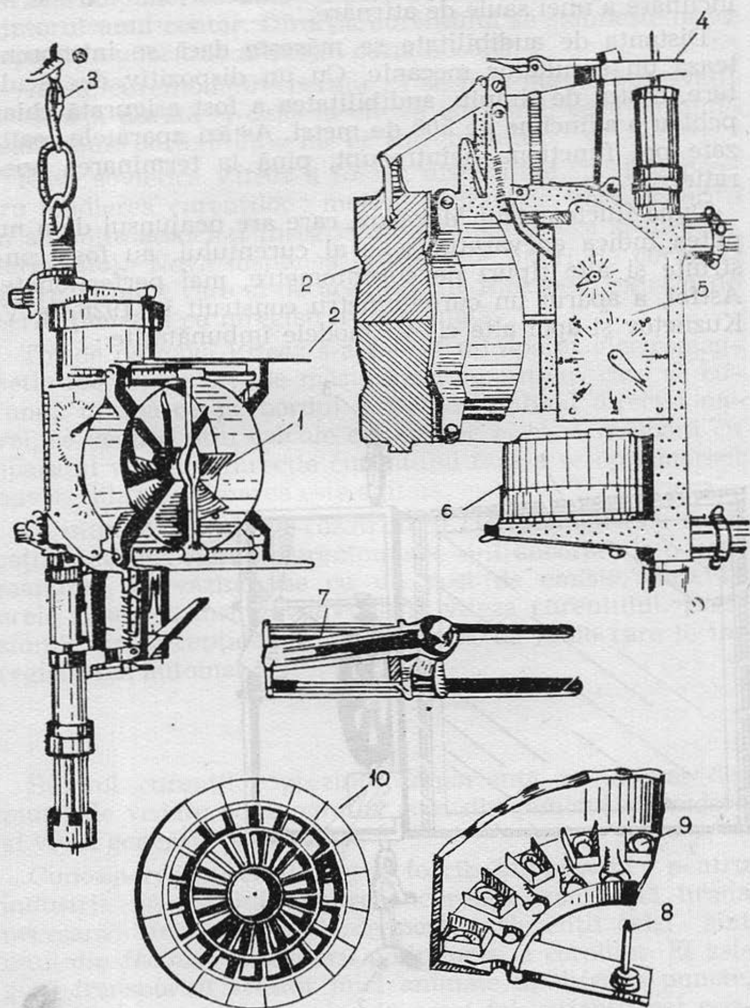
adîncime trebuie măsurate mai întîi caracteristicile curentului de suprafață din regiunea aleasă. Aceasta se face prin urmărirea deplasării celor două corpuri legate între ele cu firul de 5 metri. Pentru măsurarea curenților de adîncime se schimbă lungimea firului, alegîndu-se — spre exemplu — un fir lung de 200 metri. În acest caz, sistemul se mișcă în altă direcție — direcția rezultantă. Aplicînd regula paralelogramului forțelor, se obțin direcția și viteza curentului de adîncime.

Indicații mai precise despre direcția și viteza curenților se obțin cu ajutorul curentometrelor.

Un astfel de aparat se compune dintr-o elice (1) a cărei învîrtire sub acțiunea curentului apei se transmite printr-un șurub fără sfîrșit la un înregistrator cu două cadrane (5). Aparatul are un sistem de orientare (7), aflat în legătură cu un tub în care se introduc alice de bronz de mărimea unui bob de mazăre. Acest dispozitiv indică direcția curentului. Adîncimea la care se face măsurătoarea este dată de lungimea saulei gradate (3) de care se atîrnă aparatul.

Aparatul se lansează la adîncimea aleasă și se lasă în repaus cîteva minute, pentru a se așeza pe direcția curentului. Se trimite un mesager pe saulă care, lovind o pîrghie, angrenează dispozitivul de măsurare. După un timp bine stabilit se trimite un al doilea mesager pe saulă, care închide capacele din partea elicei, astfel că măsurătorile încetează. Curentometrul se trage apoi la bord și se notează viteza și direcția curentului ; adîncimea este dată de lungimea saulei, viteza este arătată de numărul de învîrtituri înregistrate de contor, iar direcția — de numărul de compartimente din compas ocupate de alice. Aparatul dă indicații precise asupra valorii parametrilor măsurați, însă are dezavantajul că pentru citire trebuie ridicat la bord.

Un aparat care indică neîntrerupt viteza curentului este și fluctometrul lui Makarov. Aparatul cuprinde un ax orizontal, orientat în sensul curentului cu ajutorul unei cîrme (1). La un capăt al axului se găsește o elice (4) pusă în mișcare de curentul apei, iar la celălalt capăt este fixat un clopot (5), pentru marcarea prin sunet a fiecărei învîrtituri. Sunetul se transmite printr-un cablu, de la adînci-

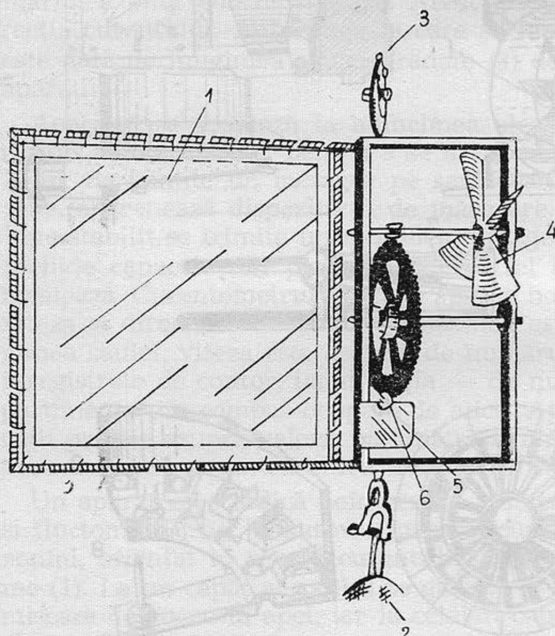


Curentometru

mea la care este scufundat aparatul. Aparatul este etalonat în laborator ; după numărul de lovituri în unitatea de timp se poate determina cu precizie viteza curentului ; direcția curentului este indicată de planul și de unghiul de înclinare a unei saule de atîrnare.

Distanța de audibilitate se mărește dacă se întrebuințează un ascultător mecanic. Cu un dispozitiv de ascultare, destul de simplu, audibilitatea a fost asigurată chiar pentru o adîncime de 500 de metri. Astăzi aparatele realizate pot funcționa neîntrerupt, pînă la terminarea operației.

După fluctometrul Makarov, care are neajunsul de a nu putea indica adevăratul sens al curentului, au fost construite și alte tipuri de curentometre, mai perfecționate. Astfel, a apărut un curentometru construit în 1926 de V. Kuznețov și apoi alte cîteva modele îmbunătățite.



Fluctometrul Makarov

Un alt curentometru (Korobko) este construit special pentru lucrări de pe gheață. Mecanismul său principal este montat într-un corp de formă cilindrică. Numărul învîrtiturilor unei turbine cu șase palete se înregistrează cu ajutorul unui contor. Direcția curentului se stabilește după repartiția unor bile aflate în cutia busolei.

Aceste curentometre permit să se facă numai observații de scurtă durată și doar la cîteva adîncimi, ceea ce limitează mult posibilitățile lor de întrebuințare.

Nava sovietică *Viteaz* a folosit dispozitive speciale pentru studierea curenților : moriști hidraulice, care coborîte la anumite adîncimi înregistrau automat viteza și direcția curentului. Nava dispunea de diferite tipuri de curentometre, printre care și de acela al lui Alekseev, extrem de perfecționat și cu înregistrare automată.

Tot de pe nava *Viteaz* s-a folosit un aparat electromagnetic foarte modern de măsurare a curenților, care se cufundă în apă de pe bordul navei. Schimbînd direcția navei, se deduce prin calcule deplasarea ei și se măsoară cu aparatul viteza și direcția curentului fără a se opri mersul navei, chiar cînd marea este agitată.

În ultimul timp s-au construit și curentometre cu indicații continue. Aceste curentometre sînt ancorate la o geamandură, prevăzîndu-se cu un post de emisie, care, la orele fixate, transmite direcția și viteza curentului. Emisiunile sînt recepționate de un aparat de radio care le înregistrează automat.



Studiul curenților prezintă importanță nu numai din punct de vedere oceanografic, ci și din punctul de vedere al vieții generale de pe glob.

Cunoașterea curenților este foarte importantă pentru industria pescuitului, deoarece curenții transportă hrana necesară diferitelor specii de pește. Curenții calzi sînt unul din factorii dezvoltării polipilor și a coralilor. Ei asigură transportul acestor mici animale în diferite puncte, unde ele construiesc insule ; în acest fel, curenții pot contribui la modificarea formei continentelor. De asemenea,

curenţii calzi pot să aducă diferite seminţe pe aceste insule, ajutînd deci şi la dezvoltarea vieţii vegetale pe suprafaţa globului.

Curenţii exercită o acţiune importantă şi asupra climatologiei continentale. Aşa, de exemplu, Gulfstreamul transportă o cantitate de căldură care se comunică aerului de deasupra lui. Se îndulceşte astfel climatul regiunilor către care se îndreaptă curentul (insulele britanice, Franţa, Norvegia). El provoacă ploi abundente în Peninsula Scandinaviei, care alimentează lacurile Suediei, Finlandei şi cele din nordul Uniunii Sovietice.

După cum rezultă din datele menţionate, pentru navigatori cunoaşterea curenţilor este de o importanţă excepţională, precizia estimei depinzînd de curenţii întîlniţi în mare.

Partea a V-a BIOOCEANOGRAFIA

XI

BIOLOGIA MARINĂ (BIOOCEANOGRAFIA) ȘI MEDIUL BIOLOGIC MARIN

Biologia marină este o ramură o biogeografiei, care studiază repartiția pe glob a ființelor viețuitoare și morfologia lor.

Biologia marină poate fi definită drept știință a organizării generale a vieții din acest mediu (marin). (Legătura cauzală și relațiile reciproce dintre organismele marine și mediul înconjurător constituie obiectul de studiu al hidrobiologiei.)

Bionomia este o știință relativ nouă, care studiază legile după care se desfășoară întreaga viață din apele mărilor și oceanelor.

Bioeconomia studiază rolul ce revine fiecărei specii sau fiecărei varietăți etc. în activitatea generală a populației marine. Însușirile biologice, condițiile de viață și necesitățile fiziologice ale speciilor de organisme care populează mările și oceanele (în diferite faze ale ciclului evoluției lor individuale), precum și migrațiile acestor specii formează obiectul de studiu al biologiei speciale.

Ihtiologia studiază distribuția ihtiofaunei, caracterele ecologice ale peștilor, migrațiile lor pentru hrană și reproducere, comportarea lor etc.

A. MAREA, „LEAGĂNUL VIEȚII"

Desigur, nu întîmplător apa a devenit un biotop[1] pentru organismele acvatice și chiar primul biotop în care s-a dezvoltat viața organică pe planeta noastră. Că viața a luat naștere la început în mare ne-o dovedesc datele geologiei istorice. Pe de altă parte, dacă împărțim toate clasele și subclasele regnului animal și vegetal după regiunile lor de dezvoltare (mare, apă dulce, uscat), constatăm că numai 25% dintre ele s-au dezvoltat pe uscat iar restul de 75% — în apă (69% în mare și doar 6% în apele dulci). De aici rezultă că rezervorul cel mai bogat de materie viețuitoare pe globul nostru este domeniul apelor.

Condițiile de viață în mare sînt mult mai favorabile decît pe uscat. Primul care a demonstrat că marea este o soluție care conține în mod practic toate elementele constitutive a tot ce este organic și anorganic a fost marele chimist rus Mendeleev.

În afară de faptul că apa este element indispensabil vieții, în mediul acvatic hrana se găsește mult mai ușor, fie sub formă de soluții nutritive (apa de mare fiind mult mai bogată în săruri, predominînd ClNa și Cl_2Mg în proporție de 89%), fie sub formă de hrană animală și vegetală. De asemenea, apa, fiind un mediu mult mai dens decît aerul, susține mai bine corpul viețuitoarelor [scufundate în apă ele devin mai ușoare și necesită, pentru a se mișca, un efort de 10 ori mai mic decît ar avea nevoie pe uscat]. Așa se poate explica faptul că în mări trăiesc animale și plante gigantice (balena este de 40 de ori mai mare decît elefantul, iar alga *Macrocystis* ajunge pînă la 305 m lungime).

Excepțional de importante pentru viață sînt caracteristicile termice ale mediului marin și oceanic. Astfel, în mediul terestru, temperatura are o amplitudine mare (de + 58°C în Tripolitania și de — 94,3°C pe continentul Antarctic), în timp ce în mediul acvatic variațiile sînt mai mici (de la —3,3°C la +40°C). Cu cît coborîm spre inte-

1 Bios (gr.) — viață ; topos (gr.) — loc

riorul solului (de ex., într-o mină) temperatura crește cu 1°C la 33 m ; dimpotrivă, coborînd în adîncul mării, temperatura scade treptat (la început mai mult și apoi din ce în ce mai puțin) pînă la aproximativ 1 000 m., unde domnește o temperatură de +4°C. Sub această adîncime răcirea apei continuă mult mai încet, ajungînd în apele polare la — 3,3°C. În adîncimile Oceanului Atlantic, temperatura medie este de 0°C.

În mări, apa nu îngheață decît la suprafață și în apropierea țărmului ; la fund, temperatura rămîne aproape constantă. Toate aceste condiții de viață explică existența unei bogate faune marine, cu mult mai bogată și mai variată decît aceea a uscatului. Dacă sub influența energiei solare, uscatul constituie domeniul vieții vegetale, mediul acvatic este caracteristic prin dezvoltarea vieții animale.

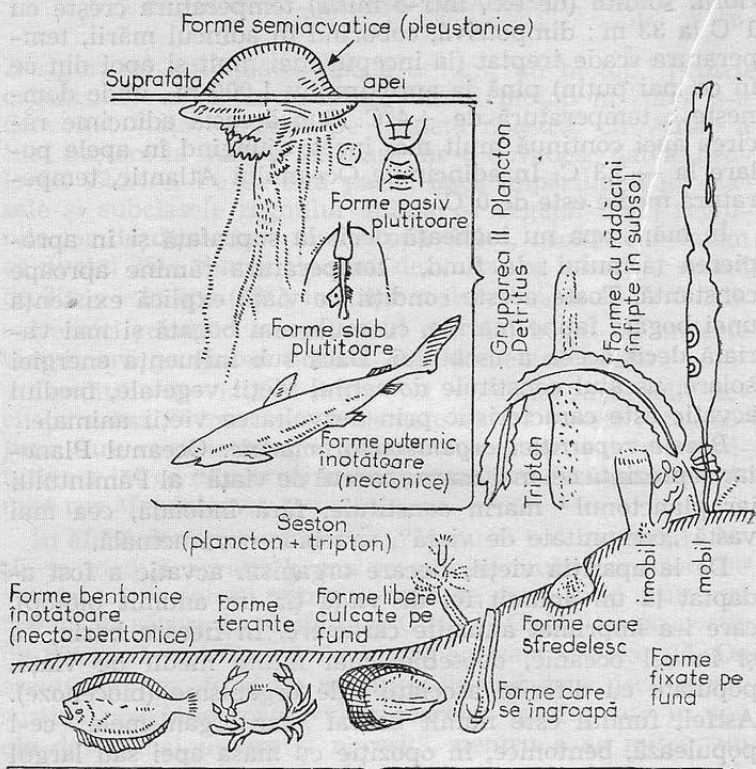
Bazele repartiției organismelor marine. Oceanul Planetar reprezintă cel mai mare „cadrul de viață" al Pămîntului iar planctonul [1] marin constituie, fără îndoială, cea mai vastă „comunitate de viață", sau biocenoza actuală.

De la apariția vieții, fiecare organism acvatic a fost adaptat la un anumit fel de viață (la un anumit biotop), care i-a imprimat anumite caractere. În fiecare bazin, ca și în cel oceanic, deosebim mai multe medii de viață, populate cu diferite asociații de organisme (biocenoze). Astfel, fundul este numit bental [2], iar organismele ce-l populează, bentonice, în opoziție cu masa apei sau largul mării — pelagialul, în care se găsesc organisme pelagiale.

Bentalul este împărțit în două regiuni : litorală, pînă la adîncimea de 200 m și abisală — peste 200 metri.

În pelagial se disting de asemenea două regiuni : neritică, situată deasupra platoului continental (iluminată) și oceanică — regiune care cuprinde restul largului mării (atît stratul superior, iluminat, al apei, cît și regiunea abisală pelagică, situată dedesubt și lipsită de lumină). Pe verticală, pelagialul se împarte, de obicei, în trei zone : pelagică, mezopelagică și batipelagică.

1 Plagtos (gr.) — rătăcitor
2 Benthos (gr.) — fund, adîncime.



Principalele grupări ale biocenozelor marine

În clasificarea făcută de dr. Gr. Antipa, litoralul se confundă cu platoul continental și se împarte în trei zone: prelitorală, litorală și sublitorală. În fiecare zonă există unul sau mai mulți biotopi (de ex. în zona prelitorală sînt biotopii stîncilor, ai nisipului și ai nămolului nisipos). O dată cu creșterea adîncimii, variația biotopilor scade, de obicei, reducîndu-se totodată și variația biocenozelor.

În largul mării (pelagial) plutesc în voia valurilor și a curenților o puzderie de organisme mărunte care alcătuiesc planctonul. Spre deosebire de plancton, la diverse niveluri înoată o lume de animale care formează nectonul.

B. INFLUENȚA MEDIULUI MARIN ASUPRA ORGANISMELOR

Organismele acvatice primare, adică cele care parcurg toată evoluția lor în mare, au o respirație acvatică, adică pot să-și extragă oxigenul din apă.

Viața ce se desfășoară în mare în apropierea țărmurilor, ca și în adîncimile oceanice, este determinată de o serie de factori ca mișcarea apei, temperatura, lumina pătrunsă în ea și salinitatea ei.

1. *Importanța mișcării apei*

Mișcarea apei — sub formă de valuri, curenți, circulație verticală — influențează asupra repartiției temperaturii, salinității, substanțelor nutritive, schimbului de gaze, adică asupra factorilor care joacă un rol important în viața organismelor marine.

În zona mareelor, la organisme apar adaptări la secare și inundare periodică.

Pe țărmurile stîncoase, bătute de valuri, organismele care nu posedă mijloace adecvate de fixare sînt desprinse și purtate de apă la prima agitație a mării. Tipice în această privință sînt moluștele, care se fixează de stînci, crustaceii mici (Balanus) înveliți cu o cochilie calcaroasă, algele (Fucus, Laminaria). Chiar și unii pești, în regiunea țărmurilor stîncoase sau de-a lungul plajelor întinse, spălate continuu de valuri, posedă organe speciale de fixare (de ex. guvizii au o ventuză de fixare).

Curenții contribuie la răspîndirea organismelor marine planctonice și chiar a celor nectonice. Rolul curenților în distribuirea planctonului oceanic este divers, în funcție de natura și de caracteristicile lor.

O acțiune directă a curenților se manifestă și prin transportul formelor planctonice dintr-o regiune în alta. Astfel, deriva atlantică duce departe spre nord formele mai sudice : sifonoforul de apă caldă (Physophora hydrostatica) ajunge pînă la insulele Lofoten, iar în unii ani (începînd din 1921) se întîlnește și lîngă Novaia Zemlea.

Invers, Curentul est-islandic, polar, aduce speciile arctice (de ex. Ceratium arcticum și Clione borealis) pînă la țărmurile Norvegiei.

Multe alge planctonice litorale au spori și chiști care cad la fund. De aceea, algele neritice trăiesc normal numai în apa de mică adîncime, lîngă țărmuri. Dar datorită curenților, ele sînt duse departe în marea deschisă, deseori pînă la 200—300 mile de țărm. Diatomeea Biddulphia mobiliensis, care este o specie litorală, este adusă de curenții fluviului Amazon în Oceanul Atlantic, întîlnindu-se chiar lîngă insulele Azore (la o distanță mai mare de 4 000 km).

Curentul Guineei, care merge spre vest, de-a lungul malurilor Guineei, este bogat în forme neritice. Dimpotrivă, Curentul Canarelor, care vine din largul oceanului spre țărm, este sărac în asemenea forme. Prezența formelor neritice în planctonul mării deschise constituie, deseori, un indiciu sigur al apropierii țărmului.

De curenți sînt legate nu numai organismele mici, planctonice, ci și cele mari, nectonice. Astfel, rechinul gigant (Cetorhinus maximus) aproape că nu iese din limitele marelui circuit al Derivei nord atlantice. Cea mai mare parte din populația de Gadus morrhua și Gadus euxinus, de lîngă țărmurile Murmanskului, nu este indigenă, ci vine de la vest, împreună cu apele Curentului Capului de Nord și cu ramificațiile lui spre Murmansk.

Zernov arată că în golful Kiel dezvoltarea maximă (de toamnă) a planctonului este influențată în unii ani de diatomee, iar în alți ani de peridinee (îndeosebi de genul Ceratium). Diatomeele necesită o mai mare cantitate de substanțe nutritive decît peridineele ; de aceea, diatomeele se dezvoltă foarte mult în anii cînd suflă vînturi puternice din vest și sud-vest, care pentru golful Kiel sînt vînturi ce alungă apa de la țărm spre larg și, prin urmare, determină ridicarea straturilor inferioare ale apei, bogate în substanțe nutritive ; în anii de dominație a vînturilor nordice și estice, care acționează în sens contrar, se dezvoltă foarte mult peridineele.

Din aceeași cauză, sînt bogate în organisme vegetale și animale anumite regiuni ale oceanului planetar în care se înregistrează ridicări ale straturilor de apă de la fund, precum și regiunile mai puțin adînci unde, în general, exis-

tă o circulație verticală puternică și un puternic amestec al straturilor de apă. De aici, bogăția generală de vietăți a zonei litorale în comparație cu regiunile de mare adîncime și o deosebită bogăție în pește a așa-ziselor „bancuri" (lîngă țărmurile Americii de Nord, unde se întîlnesc apele reci ale Curentului Labrador cu apele calde ale Gulf-streamului).

Locurile bogate în pescuit de lîngă țărmurile Algeriei, țărmurile Perului, țărmurile chiliene (unde se găsesc mari depuneri de guano) și țărmurile vestice ale Patagoniei (cu imensele păduri de alge mari — Macrocistis) sînt o consecință a unei abundente vieți submarine. Această abundență se datorește ridicării straturilor inferioare de apă din regiunile amintite.

În cadrul circulației verticale există nu numai curenți ascendenți, care ridică straturile de apă bogate în săruri nutritive (fosfați, azotați), ci și curenți descendenți. Rolul curenților descendenți este, de asemenea, foarte important, întrucît ei duc în adîncimi straturile de apă de la suprafață, bine aerisite. În marile adîncimi oceanice, oxigenul este adus de curenții reci descendenți, care vin din regiunile polare ; acolo unde nu există curenți descendenți se înregistrează fie sărăcirea vieții submarine, ca în unele regiuni abisale din partea de est a Mării Mediterane, fie degajarea de hidrogen sulfurat, ca în adîncimile Mării Negre.

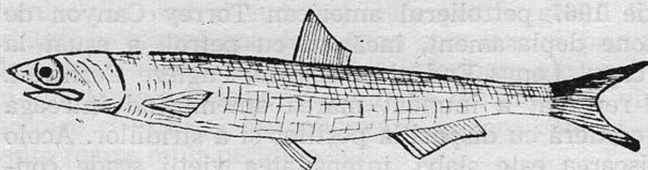
Mișcarea apei, datorită căreia se realizează transportul principalelor substanțe nutritive și al oxigenului, joacă un rol esențial în dezvoltarea vieții în apele mării. La 18 martie 1967 petrolierul american Torrey Canyon de 61 000 tone deplasament, încărcat cu petrol, a eșuat la vest de capul Longs End al peninsulei engleze Cornwall. Petrolul revărsat a inundat marea amenințînd întreaga regiune costieră cu dispariția peștilor și a stridiilor. Acolo unde mișcarea este slabă, intensitatea vieții scade considerabil, chiar și în straturile de la suprafață ; așa se întîmplă în Marea Sargaselor, regiune liniștită și lipsită de curenți.

2. *Importanța temperaturii*

În viața animalelor marine, temperatura joacă un rol deosebit de important, deoarece în afară de mamifere (Cetacee, Pinipede, Sirenide), care au temperatura corpului constantă (homeotermie), celelalte organisme ale hidrosferei oceanice sînt poikiloterme, adică au o temperatură variabilă și sînt dependente de regimul termic al mediului de viață. Dintre ultimele, unele organisme sînt stenoterme [1] (de ex. coralii, organismele bipolare — concentrate în regiunea polilor etc), iar altele, uriterme [2] (în general, populația zonei neritice). În Marea Neagră, hamsia (Engraulis encrassicholus) părăsește totdeauna țărmurile Crimeei, în cazul scăderii temperaturii de la +7°C la +5°C.

Prin ciocnirea curenților reci și calzi se realizează o temperatură pe care nu o pot suporta nici organismele iubitoare de frig, nici cele iubitoare de căldură, care populează curenții respectivi. Ca rezultat se observă pieirea în masă atît a unora, cît și a celorlalte. Aceasta se întîmplă, de ex. la marginea Gulfstreamului (lîngă Terra-Nova), lîngă țărmurile Japoniei și lîngă limita calotei glaciare a Polului Sud. Această pieire în masă, mai ales a organismelor planctonice, în regiunile arătate, se produce în mod neîntrerupt și este deseori însoțită de dezvoltarea abundentă a unei ihtiofaune care se alimentează cu cadavrele acestor organisme stenoterme și care, la rîndul ei, devine și ea o pradă ușoară a uneltelor de pescuit.

Numeroase fenomene din viața unor organisme marine sînt sezoniere și strîns legate, direct sau indirect, de mer-



Hamsia

[1] Se dezvoltă în mediu cu temperatură constantă.
[2] Se acomodează la variațiile bruște de temperatură.

sul anual al temperaturii. În general, se poate spune că majoritatea organismelor se reproduc în timpul cel mai cald și mai liniștit al anului. Peștii care au icre fixate, apărate de un înveliș tare (de ex., Crenilabrus tinca și gobiidele) se înmulțesc la începutul primăverii. Cei mai mulți pești, cînd ajung din condiții mai favorabile în condiții mai puțin favorabile, își reduc durata perioadei de reproducere. Astfel, după cum arată Zernov, barbunul (Mullus barbatus), pește de apă caldă, se înmulțește în Marea Mediterană timp de 4 luni (mai—august), iar în Marea Neagră (lîngă Sevastopol) numai timp de 1,5 luni (din mai pînă la mijlocul lunii iunie).

S-a constatat că organismele marine care trăiesc în mările reci și la adîncimi mari depășesc considerabil prin dimensiunile lor atît indivizii aceleiași specii din apele calde, cît și genurile și speciile înrudite ce populează regiunea tropicală și subtropicală. Multe din ele sînt adevărați giganți. Agassiz a găsit exemplare de meduze (Canaea arctica) cu un diametru de 2 metri și cu tentaculele de peste 30 metri. S-au descoperit giganți, cum este celebrul crab japonez Kaempfferia kaempfferti, care are anvergura cleștilor de 2 m și Nymphon robustum de 1 m lungime. Un mare număr de specii gigant se găsesc în apele reci, deși forme gigant se întîlnesc și la tropice.

De multe ori s-a constatat în mările reci că viața este mult mai intensă și că apele sînt populate de un număr mai mare de vegetale și de animale și mai cu seamă de plancton decît în apele ecuatoriale. Temperatura rece a curentului insulelor Canare explică abundența peștelui pe coastele Senegalului ; în această regiune traulerele noastre **Constanța** și **Galați** au recoltat o cantitate importantă de pește în iarna anului 1964—1965. Curentul rece al Falklandului se caracterizează de asemenea printr-o abundență de pește, ceea ce face ca stoluri enorme de diferite păsări să zboare deasupra acestor ape. La sud de Capul Acelor, unde se întîlnește Curentul cald al Acelor cu cel rece al Atlanticului, păsările nu lipsesc din aceste regiuni bogate în pește și bîntuite de rafale.

Un fenomen caracteristic în repartiția organismelor marine în funcție de temperatură îl constituie așa-zisele

„forme bipolare", adică organisme care se întîlnesc atît în regiunea temperată a emisferei nordice, cît și în regiunea temperată a emisferei sudice, lipsind însă complet din apele regiunilor tropicale. Între alte organisme care aparțin acestor forme se citează 7 specii de mamifere, dintre care amintim balena (Balaena gracilis) și cașalotul (Physeter catodon).

3. *Importanța luminii*

Lumina este o condiție indispensabilă a existenței în apă a plantelor verzi (autotrofe). În strînsă legătură cu aceasta, ea condiționează și existența organismelor ce se hrănesc cu plante verzi.

În apă este mai puțină lumină decît în aer. Sub apă, ziua este mai scurtă iar noaptea este mai lungă decît pe uscat; cu cît Soarele are o poziție mai joasă deasupra orizontului, cu atît razele lui vor fi reflectate mai mult, ceea ce face ca lumina să pătrundă mai puțin în apă.

Numai stratul de la suprafața apei pînă la 100 m (în funcție de transparență) este adevăratul „laborator de producție al vieții marine". În acest „etaj de lumină" se dezvoltă intens procesele de asimilație clorofiliană la plante; aici este limita algelor verzi. Mai jos de acest etaj, însă nu sub 500 m, se găsesc reprezentanții florei rezistente la umbră, iar la adîncimi și mai mari pot exista numai animale care nu au neapărat nevoie de lumină ca să trăiască.

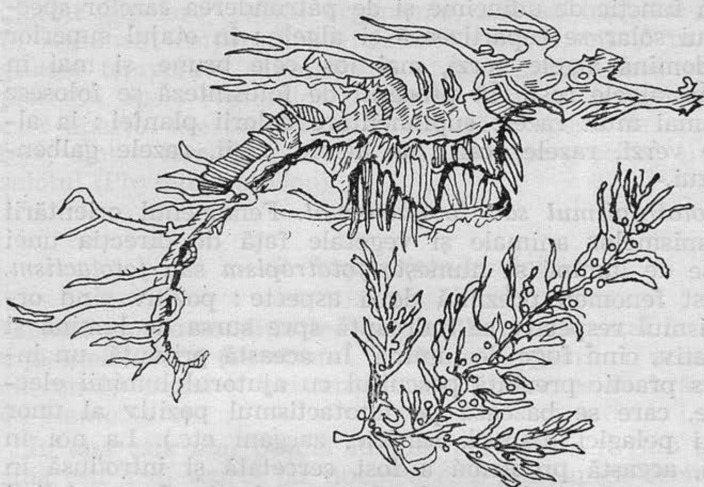
Din punct de vedere al iluminării, apele marine se împart în trei zone: o zonă bine luminată — **eufotică** (de la suprafață și pînă la 80—100 m adîncime, bogată în plancton); o zonă slab luminată — **disfotică** (între 100 și 500 m adîncime, săracă în organisme vegetale) și o zonă a întunericului — **afotică** (sub 500 m adîncime, lipsită complet de organisme vegetale). Bineînțeles, fiecare din aceste zone este populată cu anumite animale; astfel în timp ce în primele două zone găsim și pești vegetarieni, în ultima zonă toți peștii sînt carnivori.

În funcție de adîncime și de pătrunderea razelor spectrului solar se repartizează și algele : în etajul superior predomină algele verzi, mai jos, cele brune, și mai în adînc, algele roșii. În procesul de fotosinteză se folosesc cel mai mult razele suplimentare culorii plantei : la algele verzi, razele roșii ; la algele roșii, razele galben-verzui.

Fototropismul sau fototactismul. Fenomenul orientării organismelor animale și vegetale față de direcția unei surse de lumină se numește *fototropism* sau *fototactism*. Acest fenomen prezintă două aspecte : pozitiv cînd organismul respectiv se îndreaptă spre sursa de lumină și negativ, cînd fuge de lumină. În această privință, un interes practic prezintă pescuitul cu ajutorul luminii electrice, care se bazează pe fototactismul pozitiv al unor pești pelagici (hamsii, sardele, zargani etc.). La noi în țară, această problemă a fost cercetată și introdusă în practica pescuitului marin de un colectiv de specialiști din cadrul Institutului de cercetări piscicole, în anii 1951—1955, pe pescadoarele flotei de pescuit în larg **Nisetrul** și **Zarea**.

Curba obișnuită a fototactismului la pești cuprinde deseori ambele aspecte. La început, peștele se îndreaptă către sursa de lumină ; cu timpul, această sensibilitate slăbește, putînd să se schimbe chiar în fotofobie, cînd peștii se retrag spre locuri întunecate. Pe de altă parte, atracția sau repulsia peștilor față de lumină se schimbă în funcție de intensitatea sursei de lumină ; o lumină puternică uneori îndepărtează peștele, în timp ce alta de o intensitate mai redusă îl atrage.

Această comportare se observă la majoritatea peștilor pelagici din regiunea litoralului marin. Larvele și puietul de pești prezintă, de obicei, un fototactism pozitiv, adică lumina îi atrage ; ei se îndreaptă către straturile superioare ale apei și către cele de la maluri, mai bine luminate. Această impulsie se micșorează, mai devreme sau mai tîrziu, după specie. Ea se transformă în indiferență, apoi în fotofobie sau în fototactism negativ. Pe măsură ce peștii se dezvoltă, ei caută locuri slab luminate sau chiar întunericul, spre adîncul apelor.



Un Hipocamp și o ramură de Sargassum bacciiferum

Culoarea și adaptarea organismelor la întuneric. De regimul de lumină al hidrosferei oceanice depinde în mare măsură culoarea organismelor marine. În cele mai multe cazuri, aceasta este o culoare de protecție, adică corespunde culorii mediului înconjurător. În straturile superioare ale apei, unde se găsește multă lumină, animalele marine sînt aproape transparente sau au culoarea apei (albastră sau argintie). Unii pești, ca cel în formă de panglică (Nemichithys), sînt atît de transparenți încît prin ei se pot citi litere destul de mărunte.

Animalele care trăiesc pe funduri de culoare închisă au și ele o culoare închisă. Călușul de mare (Hippocampus) și acul de mare (Syngnythus), care plutesc printre alge, sînt de culoare brună sau brun-verzuie.

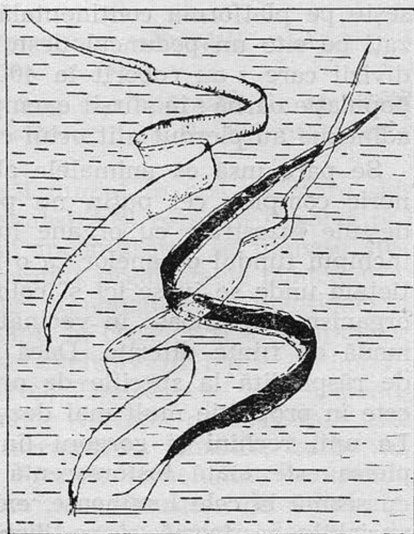
Unele animale își pot schimba culoarea în raport cu mediul înconjurător. Astfel, crevetele (Hippolyte varians) cînd stă pe alge verzi capătă și el culoarea verde ; dacă se mută pe alge roșii, devine roșu, iar pe înserat, indiferent de locul în care se găsește, devine albastru. Coloritul său este în strînsă legătură cu organele vizuale :

o dată cu pierderea vederii, animalul pierde și capacitatea de a-și schimba activ culoarea.

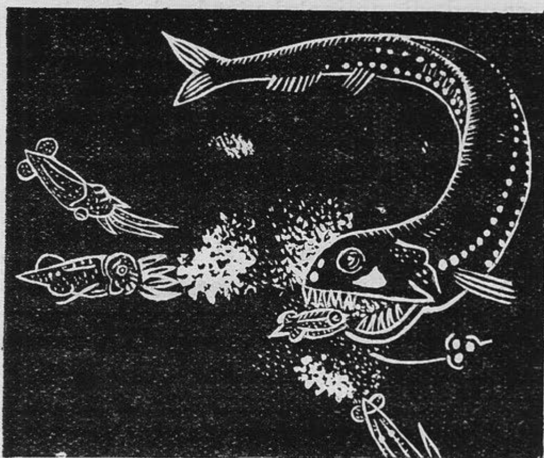
Cu adîncimea, scade și diversitatea coloritului, însă și în acest caz culorile se schimbă uniform, în concordanță cu reducerea luminii. Stelele de mare sînt roșii-purpurii, portocalii sau cărămizii ; tot roșii sînt dediţeii de mare și gorgonele. Săgeata mării (Sagitta), un fel de vierme mic, în forma unei torpile mult alungite, este transparentă cînd trăiește în zona luminată și roșie în adînc.

La unii pești de mare adîncime, întreaga suprafață a corpului devine luminoasă, pe cînd la alții, concentrările luminescente sînt răspîndite pe laturile corpului, pe cap sau pe vîrful cozii, ca niște mici lampioane.

Sub influența întunericului, ochii animalelor din adîncuri regresează deseori, ca la animalele din peșteri de genul proteus din grota de la Adelsberg. Reducerea ochilor se poate constata cîteodată chiar la indivizii aceleiași specii, însă de la adîncimi diferite. Ochiul se micșorează în dimensiuni, apoi degenerarea atinge părțile



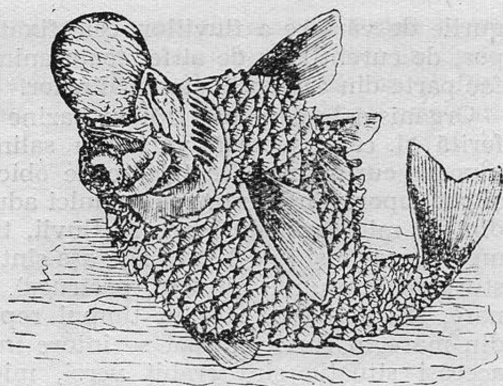
Pește transparent în formă de panglică (Nemichitys diaphana)



Peştele boa vînînd sepii. Vrînd să se apere sepiile aruncă un lichid luminos

exterioare. Crabul (Cymonomus granulatis) cînd se găsește pe platforma continentală prezintă ochi mari, așezați pe cîte un peduncul destul de lung, în timp ce indivizii care s-au coborît la 400 m adîncime formează o populație oarbă ; în sfîrșit exemplarele pescuite la 1 000 m adîncime au pierdut atît ochii cît și pedunculii respectivi.

Se pare însă că animalele abisale nu trăiesc în întuneric complet, cel puțin nu peste tot. Printre ele sînt destule înzestrate cu organe luminoase, așa că se poate închipui fundul oceanelor ca o imensă obscuritate și pustietate unde se ivesc ici și colo licăririle unei colonii de organisme luminoase în vecinătatea cărora trăiesc o grămadă de ființe diferite. Dacă fosforescența nu este așa de răspîndită la speciile de organisme de suprafață, ea este în proporție mult mai dezvoltată în marile adîncimi. La unii rechini și gorgoni (în care se cuprind polipii) pielea este toată fosforescentă ; la alte animale, și mai cu seamă la cele luminoase, există sub pielea lor organe variabile ca formă și ca dispoziție, dacă nu chiar de



Peştele de adînc Scopelus scos la suprafaţă. Din cauza presiunii scăzute brusc îşi aruncă pe gură viscerele

structură, cu care ele pot, după voinţă, să mărească sau să stingă radiaţiile. Este cazul la crustacei, la cefalopode şi la unii peşti.

4. *Importanţa salinităţii*

Organismele marine îşi extrag din apă sărurile necesare vieţii. Comportarea organismelor faţă de salinitate este foarte diferită.

Organismele care pot trăi numai în apa de mare sau numai în apă dulce ori salmastră şi care nu suportă oscilaţiile salinităţii mediului înconjurător se numesc **stenohaline.** Aşa sînt, spre exemplu, organismele planctonice. Ca organisme marine tipic stenohaline se menţionează coralierii şi unii reprezentanţi ai claselor şi ai grupurilor de animale ce se întîlnesc exclusiv în mare (radiolari, echinoderme, gasteropode etc.). Dintre peşti, specii stenohaline sînt cele de larg, unde variaţia de salinitate este slabă (de ex. pălămida, scrumbiile albastre, barbunul, stavrizii ş.a.). Cînd plouă, formele stenohaline se afundă la cîţiva metri, pentru a evita schimbarea de salinitate. Organismele din zona litorală, care trăiesc departe de

gurile de vărsare a fluviilor, cele fixate pe fund (la adăpost de curenți), ca de altfel toate animalele de adîncime, fac parte din categoria stenohalinelor.

Organismele care pot trăi în bazine cu o salinitate diferită și care suportă variațiile salinității mediului se numesc **eurihaline.** Ele trăiesc de obicei în zona litorală și pot suporta influența apelor dulci aduse de fluvii. Unele din ele migrează din mare în fluvii, trăind alternativ în mediul marin și în cel dulcicol ; așa sînt somonii, anghilele, sturionii (morunul, nisetrul, păstruga), scrumbiile de Dunăre, chefalul etc. care în timpul reproducerii migrează din mare în fluvii și apoi se întorc în mediul marin. În aceeași situație sînt crabii verzi, midiile, o parte din viermi și unele plante și animale din estuare, care sînt acoperite alternativ de apa dulce a fluviilor sau de apa sărată, adusă prin mareele înalte.

În ceea ce privește repartiția organismelor în funcție de salinitatea diferită a apei, un exemplu tipic îl constituie Marea Baltică. Cercetările întreprinse de biooceanografii sovietici au arătat că la intrarea în Marea Baltică fauna este compusă din organisme stenohaline ; spre partea centrală se găsesc numai organisme eurihaline ; spre partea de nord, fauna este caracteristică apelor salmastre, iar la extremitatea ei nordică se întîlnesc organisme specifice mediului dulcicol (chiar și batraciene ca Rana esculenta).

Mările cu salinitate mai redusă decît salinitatea oceanică posedă un număr mic de specii. O dată cu micșorarea salinității se reduc și dimensiunile organismelor tipic marine. Astfel, midia comestibilă (Mytilus) din Golful Botnic, în stare adultă, este de cinci ori mai mică decît exemplarele din Golful Kiel ; midia din Marea Neagră este de 30 de ori mai mică decît aceea din canalul Evripu (Grecia).

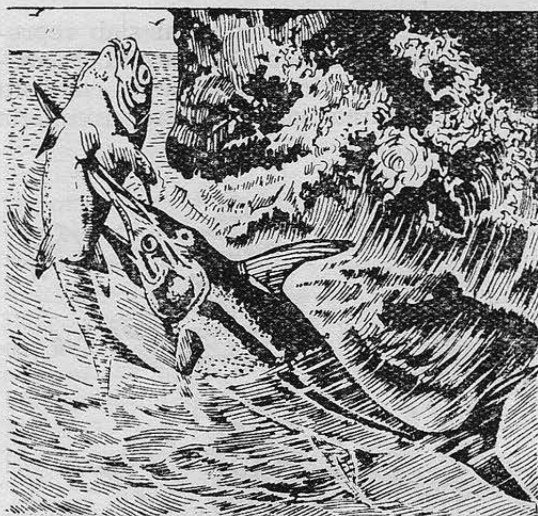
C. DISTRIBUȚIA VIEȚII ÎN MARE

Marea constituie un excelent mediu de viață. Contrariu cu viața de pe uscat, unde masa formelor și a indivizilor se repartizează aproape egal între cele două regnuri, în

mediul marin organismele vegetale sînt mai slab reprezentate, comparativ cu cele animale. Cu excepția bacteriilor de pe fundurile adînci, flora marină, ca și flora terestră, are nevoie de lumina solară pentru asimilația



Animale marine abisale



Peştele-spadă (Xiphias gladius) capturîndu-şi prada

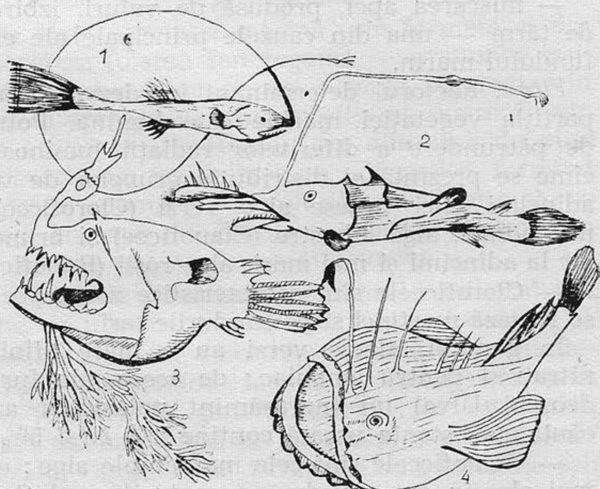
clorofiliană; dar, dintre radiaţiile acestei lumini, cele necesare organismelor vegetale nu pătrund mai adînc de 100—200 m, ceea ce face ca manifestările vieţii să fie destul de limitate în această direcţie. Lumea vegetală nu este, deci, în mediul marin, decît o lume de suprafaţă şi de litoral: de suprafaţă — în larg, pentru formele plutitoare, cele mai multe fiind smulse de pe stîncile ţărmurilor; de litoral — de la ţărm pînă la 40—50 m adîncime, pentru formele fixate (domeniul pădurilor submarine de alge).

În afară de aceste păduri submarine fixate de fundul litoralului, mai trebuie adăugate algele unicelulare şi microscopice care constituie, pe întinsul suprafeţelor mărilor, produsul nutritiv marin denumit **plancton vegetal** (fitoplancton).

Studierea conţinutului de plancton al apei, de la suprafaţa oceanului şi pînă la fundul lui, a arătat că în apele reci ale zonelor temperate mase mari de organisme planctonice trăiesc şi în straturile foarte adînci, coborînd

pînă la mii de metri. Spre deosebire de aceasta, în apele calde ale subtropicelor, tropicelor și ale regiunii ecuatoriale, planctonul se găsește în primul rînd în straturile superioare ale oceanului, în timp ce adîncimile apei sînt foarte sărace în plancton. Astfel pe suprafața Oceanului Atlantic, între 10—20° latitudine sudică, într-un litru de apă se găsesc peste 10 000 microorganisme planctonice ; la adîncimea de 100 m microplanctonul scade de la 2 700 exemplare la litru de apă, la 1 000 m — la 90/litru, iar de la 5 000 m în jos se întîlnesc doar pînă la 15 exemplare la litru.

Ca urmare a acestei situații, fauna de mare adîncime, bentosul, care trăiește pe seama organismelor planctonice vii și moarte, vegetale și animale căzute din straturile superioare ale apei, este abundentă în zona temperată și devine din ce în ce mai săracă pe măsura înaintării în regiunile subtropicale. Apele albastre și calde de la tropice și ecuator nu sînt în stare să hrănească o faună ceva mai bogată.



Pești pîndari cu prelungiri tactile:
1—Gigantaxis maronema; 2—Lasiognathus saccostoma; 3—Lynophryne arborifer; 4—Lophius piscatorius (se întîlnește foarte rar și în Marea Neagră)

Lumea animală prezintă, între limitele sale extreme, aceleași contraste de mărime ca și lumea algelor, însă superioare contrastelor de aceeași natură din lumea viețuitoarelor de pe uscat. Să ne gîndim numai la micile globigerine, alături de gigantele balene, de 33 metri lungime, care sînt cele mai mari animale de pe planeta noastră.

1. *Flora și fauna litorală*

În mediul marin, viața este concentrată îndeosebi în zona litorală. O primă însușire a acestei zone constă în abundența de hrană, furnizată de algele și de ierburile marine de aici sau transportată în mare de apele curgătoare. A doua însușire o formează diversitatea speciilor, condiționată de varietatea biotopilor platoului continental. Alte particularități ale zonei litorale sînt :

— existența substratului pe care se fixează diferite organisme animale și vegetale ;

— mișcarea apei, produsă de valuri, izbirea valurilor de țărm — una din cauzele principale ale eterogenității fundului marin.

Flora. Factorul determinant în dezvoltarea și în repartiția vegetației marine este lumina. Potrivit puterii de pătrundere a diferitelor radiații luminoase în adîncime se prezintă și distribuția grupelor de vegetație : la adîncimi mici trăiesc alge verzi (Cloroficee), în locuri mai adînci, alge albastre (Cianoficee) și brune (Feoficee), iar la adîncimi și mai mari, alge roșii (Rodoficee).

— Cloroficeele sînt caracteristice zonei prelitorale ; ele se fixează pe stînci și pe fundurile tari.

În general, algele verzi au o mare afinitate pentru nitrați și pentru amoniac ; de aceea, ele furnizează (îndeosebi Ulva) un îngrășămînt potasic și azotat foarte căutat (substanța uscată conține 2% N și 5% K_2O).

— Cianoficeele sînt cele mai simple alge ; ele se găsesc mai ales în apa murdară a porturilor, plutind la suprafață sau stînd fixate de stînci, de pietre, de cochilii sau în asociație cu alte alge. Culoarea lor, albastră, albastră-verzuie, se datorește pigmentației cu ficocianină.

— Feoficeele folosesc radiațiile albastre. Culoarea lor variază de la galben murdar la brun închis, datorită pigmentului ficofeina ; se disting două familii : Fucaceele și Laminariile.

Fucaceele sînt mai răspîndite în zona prelitorală, la adîncimi de 2—3 m, pe țărmurile stîncoase. Dintre cele mai răspîndite și cu valoare economică, amintim Himanthalia lorea, care atinge 2—3 metri. Toamna, ea este aruncată de valuri pe țărm în cantități mari, de unde se adună și se folosește ca îngrășămînt agricol.

Algele calcaroase nu pot trăi decît pe funduri tari, stîncoase, pînă la adîncimea de 30 m. De aceea se întîlnesc mai ales pe țărmurile Scoției, Irlandei, Islandei, Alaskăi, Norvegiei, Japoniei, Statelor Unite (Oc. Pacific), insulelor Hawaï etc. Unele specii au lungimea de 4—5 metri iar altele de 100—200 metri și chiar de 305 m (Macrocistis pyrifera). Laminariile se folosesc pentru extragerea iodului, ca furaje pentru vite și ca îngrășăminte ; de asemenea ele se utilizează în medicină și chiar în alimentație (de ex., Laminaria saccharina se folosește ca aliment în R. P. Chineză și în Japonia).

În afară de alge, vegetația marină este formată și din ierburi ca Zoostera (plantă fanerogamă — graminee monocotiledonată). Iarba de mare are o largă răspîndire în Marea Neagră și aproape în toate mările interioare. Crește pe fundurile nisipoase și mîloase, la o adîncime de pînă la 30 m, îndeosebi în regiunile bine adăpostite, formînd adevărate „prerii submarine“. Valurile mării aruncă pe țărm cantități enorme de Zoostera, care constituie un loc bun de refugiu pentru fauna submarină.

Producția mondială de alge depășește 10 mil. m^3 din care o treime se folosesc pentru extragerea iodului.

Fauna. Lumea animală este reprezentată prin numeroase organisme bentonice sedentare (sesile) și prin forme libere (vagile). În general, corpul lor este înalt, alungit, pentru ca animalele să nu poată fi acoperite de mîl sau de nisip. Organele de locomoție sînt atrofiate sau îndeplinesc alte funcțiuni noi, fiind adaptate pentru prinderea sau pentru atragerea hranei ; unele organe de simț dispar, iar altele se dezvoltă (mirosul). Neavînd posibili-

tatea să evite dușmanii, organismul sedentar posedă organe de protecție corespunzătoare (cochilii, culoare protectoare, organe urzicătoare).

Metodele de capturare a hranei sînt foarte variate; spongierii folosesc acele silicioase îndreptate în toate direcțiile, crinii de mare, actiniile și coralii întrebuințează în acest scop cununile de tentacule din jurul orificiului bucal.

În zona de izbire a valurilor, în afară de formele sedentare, predomină animalele cu cochilie groasă și rezistentă, precum și organismele coloniale (colonia este o formă rezistentă la acțiunea mecanică a valurilor).

Pe fundul moale se găsesc mult mai puține forme sedentare decît pe fundul stîncos. Pe de altă parte, în terenul nisipos viața este mai bogată decît într-un teren argilos; deși într-un teren argilos se găsesc mai multe substanțe nutritive, accesul oxigenului este mai dificil și adesea se dezvoltă gaze dăunătoare.

Între formele care se îngroapă în substrat se disting trei grupe:

a) *Forme temporar îngropate* (pești — cambule și limbi de mare, Cefalopode — sepii, Echinoderme — steaua de mare, Artropode etc.).

b) *Forme permanent îngropate,* care trăiesc în nisip și în mîl, păstrîndu-și însă capacitatea de deplasare (echinoderme — arici de mare, moluște, gasteropode, moluște lamelibranchiate și brachiopode).

c) *Forme cu adăpost permanent* (în special viermii).
Formele care se mișcă liber pe fundul mării (tîrîtoare) cuprind în general moluștele univalve, bivalve, crabii, crevetele, langustele, homarii, stelele de mare etc.

Deosebit de interesante sînt însă animalele cu înfățișare de plante (de floare), ca: actiniile, polipii coralieri, crinii de mare, castraveții de mare, stelele de mare și ghindele de mare.

Actiniile sau dedițeii de mare (Actinia equina) sînt fixate cu partea inferioară pe stînci printr-o ventuză (picior); la partea superioară au gura înconjurată cu o coroană de brațe subțiri și lungi (tentacule), ca niște petale frumos colorate, ademenitoare, dar acoperite cu mii

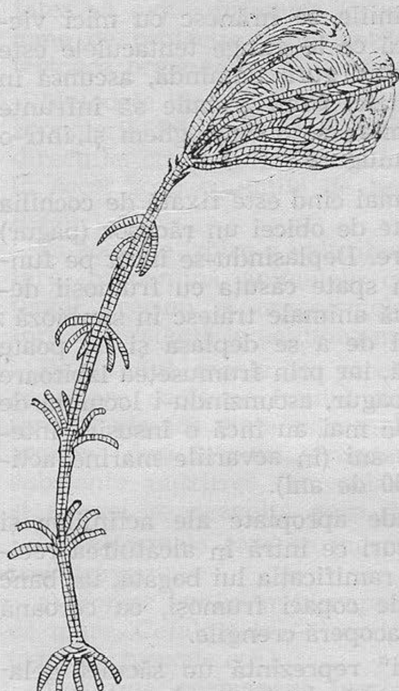
de celule urzicătoare. Actiniile se hrănesc cu mici vietăți ; orice vietate mai mică ce le atinge tentaculele este pe loc paralizată și trasă spre gura flămîndă, ascunsă în mijlocul buchetului de petale. Cînd trebuie să înfrunte o primejdie, dedițelul de mare se strînge ghem și, într-o clipă, floarea se preface în mugure.

Actinia se deplasează numai cînd este fixată de cochilia unui melc în care se găsește de obicei un răcușor (pagur) care nu are arme de apărare. Deplasîndu-se încet pe fundul mării, pagurul duce în spate căsuța cu frumoșii dediței prinși de ea. Cele două animale trăiesc în simbioză : actinia își asigură mijlocul de a se deplasa și își poate găsi o hrană mai abundentă, iar prin frumusețea izbitoare a florilor sale îl apără pe pagur, ascunzîndu-i locuința de numeroși dușmani. Actiniile mai au încă o însușire interesantă : trăiesc mai mulți ani (în acvariile marine actiniile au trăit chiar peste 60 de ani).

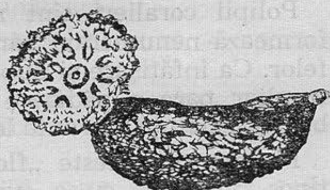
Polipii coralieri sînt rude apropiate ale actiniilor și formează nenumărate bancuri ce intră în alcătuirea recifelor. Ca înfățișare și după ramificația lui bogată, un banc coralier pare o pădurice de copaci frumoși, cu coroană bogată ; steluțe mărunte le acoperă crengile.

Fiecare din aceste „flori" reprezintă un săculeț gelatinos, înzestrat cu o cununiță de tentacule mișcătoare. Așadar, „copacul" este o colonie de organisme marine minuscule — „polipi" — asemănătoare actiniilor. La cel mai mic semnal de alarmă, micile ființe cu trupul moale se ascund în ceșcuțele lor. Cu toate că organismele nu sînt în stare să se mute din loc, noii membri ai coloniei extind din ce în ce ramurile coralului, pînă la o lungime de 7,5 m și la o lățime de 4,5 m. Coloniile, sau tufele de corali, au aspectul unor poieni, acoperite fie de o iarbă măruntă, fie de una înaltă, fie de niște arbuști de diferite mărimi.

Depunerea calcarului în trupul coralului și întărirea anumitor părți ale lui duc la formarea scheletului, care se adaugă importantelor depozite de pe fundul mărilor — colonia de corali. Coloniile sau bancurile de corali dau naștere recifelor coraligene.



O crinoidă (redusă la 1/2 mărime)



Holoturie

Crinii de mare (Pentacrinus) au forma de disc sau de cupă (floare de crin), din care pornesc numeroase tentacule, terminate spre vîrf cu prelungiri subțiri (pinule). Sînt fixați pe stînci sau pe fundurile din adîncuri cu ajutorul unui peduncul lung, format din cîteva porțiuni calcaroase. La începutul dezvoltării lor, crinii de mare duc o viață sedentară. Mai tîrziu se desprind de pe fund și înoată liberi ; mișcîndu-și ușor brațele, ei împing astfel micile vietăți spre orificiul lor bucal. Prin pielea subțire care le acoperă ramificațiile tentaculelor, crinii respiră oxigenul din apă ; în aceleași ramificații se dezvoltă și organele lor reproducătoare.

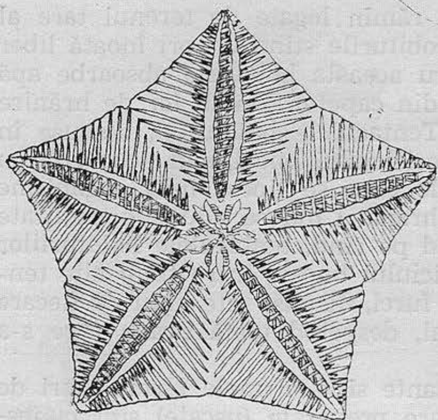
Holoturiile sau castraveții de mare (Holothuria) se deosebesc de celelalte echinoderme prin învelișul moale

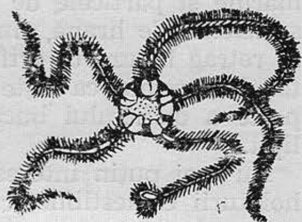
al corpului lor. Ele nu rămîn legate de terenul tare al fundului : ori stau în scobiturile stîncilor, ori înoată liber în valurile mării (pentru aceasta holoturia absoarbe apă și o azvîrle pe la unul din capete). Modul lor de hrănire este foarte interesant. Tentaculele holoturiei, dispuse în formă de inel în jurul orificiului bucal, sînt acoperite cu o substanță mucoasă, de care se lipesc mici organisme marine și particele de hrană. Cînd se adună o cantitate suficientă de hrană, rînd pe rînd, tentaculele holoturiilor se retrag înăuntrul orificiului bucal ; între timp alte tentacule speciale, ca niște furci, dispuse cîte unul de fiecare parte a orificiului bucal, desprind toată hrana care s-a lipit.

Nu mai puțin interesante sînt și unele forme mari de holoturii comestibile, care preparate (uscate) sînt cunoscute sub denumirea de „trepang". Acestea locuiesc în special pe fundul mîlos al mării și sînt acoperite de o crustă groasă de culoare brună sau galbenă. Diametrul celor mai mari holoturii comestibile ajunge pînă la 7,5 cm, iar lungimea lor atinge 30—35 cm sau chiar aproape un metru (în mările calde, trăiesc printre recifele de corali).

În R. P. Chineză și în Japonia există părerea că prin consumul trepangului se stimulează și se tonifică sistemul nervos al omului. În Orientul îndepărtat, pescuirea holoturiilor comestibile constituie o ramură importantă a industriei marine.

Asteroidele sau stelele de mare au corpul turtit, în formă de stea cu cinci brațe (raze) sau chiar cu mai multe ramificații (cu 12 — Solaster ; cu 40 — Heliaster). Steaua de mare nu are nici tentacule ademenitoare, nici dinți, nici foarfece, dar dispune totuși de un aparat special de prins prada. Pe mijlocul feței inferioare a fiecăruia din cele cinci brațe se înșiruie șănțulețe, tivite pe ambele părți cu numeroase piciorușe ambulacre, care se termină cu ventuze. Aceste ambulacre ale stelei de mare sînt în strînsă legătură cu un complicat sistem de canale, dispuse în corpul ei sub forma unui disc. Canalele sînt pline cu apă, care fie că este pompată în interiorul lor și astfel ajunge în ambulacre, fie că iese din canale, datorită contracției lor alternative — prin care se asigură





Steaua de mare pescuită la 2 000 m (redusă la 1/2)

Ofiura

absorbţia sau evacuarea apei. Cînd se tîrăsc pe fund, stelele de mare devorează tot felul de animale accesibile lor, apucînd prada cu ambulacrele. Dacă se întîmplă ca steaua de mare să nu fie în stare să înghită o pradă ce o depăşeşte ca dimensiuni, ea îşi azvîrle afară stomacul prin orificiul bucal şi învăluie cu el victima. Mijlocul acesta de a se hrăni al stelei de mare o face să fie un dăunător al bancurilor de stridii şi midii, cu atît mai mult cu cît ea îşi paralizează prada şi cu ajutorul unui puternic lichid otrăvitor. Stelele de mare se înmulţesc prin ouă, care se transformă în larve.

Ofiuridele se înrudesc cu steaua de mare, însă, spre deosebire de aceasta, ele nu au şănţuleţe ambulacrale pe partea ventrală. Braţele ofiuridelor sînt subţiri, cilindrice, lungi şi cu multe ramificaţii (tentacule), fiind bine separate de discul central. Ele se mişcă cu ajutorul braţelor, care sînt foarte mobile. Ofiurida lunecă uşor pe fundul mării şi dacă vreun crab flămînd sau un alt răpitor îi mănîncă unul sau chiar mai multe tentacule, acestea se regenerează destul de repede. Ofiuridele populează toate mările, începînd din apele litoralului pînă la adîncimea de 6 000 m, unde au fost pescuite.

„Ghindele de mare“ (rățuștele de mare) sînt, de asemenea, animale cu aspect de plante. Ele seamănă într-adevăr cu ghinda. Din deschizătura situată deasupra ghindei iese un smoc de apendice subțiri, tivite cu perișori. Cu ajutorul acestor perișori, apa este împinsă în interiorul ghindei și iese apoi filtrată (sînt reținute organismele mici).

Aceste animale sînt de fapt crustacei-cirripezi la care multe din membre au apendice foarte lungi, cornoase, prevăzute cu perișori (cirre). Asemenea crustacei ca Lepas anatifera, Balanus improvisus și alții sînt mult răspîndiți pe corpurile cufundate în apă, pe chila navelor, pe piloții din porturi, pe pietre și, uneori, chiar pe pielea balenelor. Ei sînt fixați cu capul în jos, petrecîndu-și toată viața într-o astfel de poziție ; numai „cirrele“ lor lungi, care ies în afară și care le asigură hrana, stabilesc comunicația răcușorilor cu mediul exterior.

Multă vreme aceste „ghinde de mare“ sau „rățuște de mare“ au fost considerate drept plante. În antichitate, Aristotel susținea că aceste rățuște de mare provin din ghinda care cade din stejarii ce cresc pe țărmurile mării.

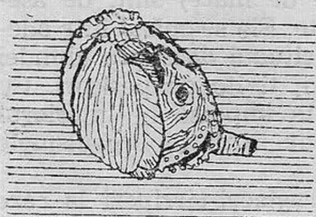
În afară de unele meduze, pentru zona litorală sînt caracteristice și numeroase moluște înotătoare (Cefalopode) cum sînt : calmarul, caracatița, sepia și argonautul.

Calmarul (Loligo vulgaris) răspîndește în jurul său, cînd este atacat, un lichid negru ca cerneala. Trăiește în Marea Mediterană și în Oceanul Atlantic ; are lungimea de 10—15 cm ; este comestibil.

Caracatița (Polypus vulgaris) are corpul ca un glob și dispune de 8 tentacule lungi (pînă la 10 m). Este un animal foarte mîncăcios ; își pîndește prada (melci, scoici, crabi) printre crăpăturile stîncilor. Trăiește în Marea Mediterană și în Oceanul Atlantic. Exemplarele tinere sînt comestibile.

Sepia (Sepia officinalis) are corpul aproape oval, de 20—30 cm cu o cochilie internă calcaroasă ; posedă o vezică plină cu un lichid negru, din care se obține culoarea „sepia“ pentru pictură.

Argonautul (Argonautus argo) este un mic cefalopod ; femela este mult mai mare decît masculul, avînd o cochilie frumos colorată, îndoită în spirală. Masculul este mic, fără





Argonauți. Femelă înotînd; mascul

cochilie, însă prevăzut cu un braț lung și cu o vezică pentru reproducere ; în timpul copulației, vezica se desprinde de corpul masculului, rămînînd mai mult timp în cavitatea mantalei de la femelă, ceea ce a făcut pe vechii naturaliști să creadă că este un animal parazit (Hectocotylus).

Argonauții trăiesc în mările calde, mai mult la suprafața apei. Cînd se deplasează, argonautul deschide în vînt o pînză cu care este prevăzut unul din tentaculele sale.

Peștii litorali sînt foarte diferiți în ceea ce privește forma și coloritul lor. Ca exemplu de astfel de pești amintim locuitorii tipici ai apelor litorale, diferitele specii de guvizi (Gobius) și de hanuși (Gobius batracocephalus), la care înotătoarele ventrale sînt deplasate mult în față și transformate într-o ventuză, cu ajutorul căreia ei pot să se fixeze de pietre, de stînci și de fundurile nisipoase, în cazul unei agitații puternice a mării.

Mulți pești au capul turtit, ceea ce le permite să stea lipiți de fund. Așa sînt diferitele cambule (Pleuronoctes flesus), limba de mare (Solea nasuta), calcanul (Rhombus maeoticus) care stau culcați pe fundul de nisip.

Pe fundurile de nisip și pe cele cu sedimente faseolinoide (40—60 m adîncime) se întîlnesc : rîndunica de mare (Trigla lucerna), vulpea de mare sau vatosul (Raja clavata) și pisica de mare (Trygon pastinaca), din ficatul căreia se extrage un ulei foarte bogat în vitamina D.

În apele de coastă ale Noii Caledonii trăiește un pește otrăvitor numit **peștele piatră.** El stă ascuns printre alge și seamănă mai mult cu o piatră decît cu un pește. Dacă cineva calcă pe el, este înțepat numai decît de ghimpii ari-

pii dorsale. Otrava puternică care pătrunde în piele provoacă dureri de nesuportat și chiar moartea.

La adîncimi de 30—60 m și chiar mai mult, pe fundurile cu faciesuri mitiloide și faselinoide trăiesc sturioni, pești de mare valoare economică (cu icre negre), caracteristici Mării Negre: morunul (Huso huso), nisetrul (Acipenser güldenstaedti) și păstruga (Acipenser stellatus).

Deși acești pești au biotopul lor în apele coastei de vest a Mării Negre și mai ales în regiunea gurilor Dunării, totuși, în octombrie 1963 s-a prins un morun în greutate de 500 kg și lung de 4 metri în apele litoralului Gruziei, din estul Mării Negre.

În biotopul recifelor de corali sînt caracteristici peștii coralofili, cu un colorit deosebit de frumos; în general, sînt mici (10—20 cm), au capul mult turtit lateral, cu înotătoarele franjurate și cu botul ascuțit, adaptat pentru ciugulirea ramurilor de corali.

Deosebit de interesante sînt unele specii de pești capabili să meargă fie pe fundul apei, fie în afara mediului acvatic, însă niciodată repede. Printre primii sînt de citat **Triglii**, care se pescuiesc pe coastele din vestul Europei pentru carnea lor foarte gustoasă. Acești pești au capul mare, remarcabil prin conturul său geometric. Ei sînt capabili să înoate și să meargă pe fundul apei servindu-se de cele două înotătoare dispuse imediat înapoia capului și care sînt prevăzute și cu o pereche de gheare libere și independente, rigide și mobile, pe care animalul le folosește ca să se sprijine pe fund și să se deplaseze cu ele.

Mai remarcabil decît acesta este Periophtalamus Koelreuteri care trăiește în lagunele salmastre de pe coastele de vest ale Africii. Cu ajutorul înotătoarelor pectorale musculoase, acești peștișori lungi pînă la 15 cm ies din găurile lor pe timp de maree înaltă, urmăresc pe nisipul uscat micile animale rămase după retragerea mării și se urcă chiar pe rădăcinile și pe tulpinile copacilor de Mangrove ca să vîneze insecte. Caracteristică este respirația cutanată a acestor pești și structura ochilor lor voluminoși, apropiați unul de altul, proeminenți și mobili, astfel dispuși, parcă pentru a inspecta împrejurimile, un

fel de ochi telescopici asemănători cu ai peştilor de mari adîncimi.

Mijlocul întrebuinţat de aceşti peşti pentru a se adapta la respiraţia în aer liber, fără a avea plămîni, constă în a menţine bronchiile umede, ceea ce permite animalului să vieţuiască timp de mai multe ore în aer liber şi să absoarbă oxigenul direct din aer. Anghila (ţiparul) din regiunile noastre şi din toată Europa este în această privinţă specia cea mai caracteristică. În nopţile furtunoase şi ploioase, cînd aerul este plin de umezeală, ea iese din lacul sau din rîul său şi se aventurează peste cîmp în căutarea unui alt adăpost.

Zona litorală este săracă în mamifere strict acvatice. Se găsesc totuşi reprezentanţi ai Sirenidelor, lamantinul (Manatus manatus), de 3 m lungime. Primul trăieşte la confluenţa Orinocului cu Amazonul, iar celălalt, în apele Indiei, Filipinelor, Australiei şi Canalului Mozambic. Se vînează pentru carne, piele, fildeş şi grăsime. Dintre Pinipedele litorale amintim : morsa (Odobaenus rosmarus), care se hrăneşte cu moluştele de pe fundul mării, foca obişnuită (Phoca vitulina) şi nerpa (Phoca isipida).

În Marea de corali, între coastele Australiei şi Marea Barieră, trăieşte o moluscă comestibilă gigantică în formă de cădelniţă, care cîntăreşte mai mult de 200 kg şi are un diametru de 1,50 m. Dacă întîmplător un pescar de stridii perliere atinge animalul, acesta închide scoica sa enormă şi îşi reţine victima în fundul mării.

Dintre cetaceele odontocete litorale se întîlnesc delfinii, iar dintre Mystacocete — balena cenuşie (Rhachianectes glaucus), care trăieşte în apele puţin adînci, unde îi este mai uşor să-şi procure hrana (crustacei de fund).

2. *Viaţa în largul mării*

Pelagialul constituie un cadru ecologic mult mai mare şi mai variat, care se întinde de la limita inferioară a platoului continental (200 m) şi cuprinde tot largul mării.

Particularităţile mai importante ale acestei zone sînt mult deosebite de cele ale zonei litorale. Temperatura şi salinitatea apei sînt mai uniforme, mareele nu au o impor-

tanță atît de mare, iar rolul fundului dispare cu totul. Lipsa substratului face să nu mai existe forme sedentare.

Organismele pelagice își petrec viața aici într-o permanentă stare de suspensie, adaptîndu-se la plutire sau la deplasări pasive, așa cum se întîmplă cu planctonul. Dimpotrivă, celelalte organisme posedă organe de mișcare adaptate înotului activ, deplasîndu-se independent de circulația apei ; ele compun nectonul și sînt caracteristice acestui cadru de viață.

În largul mării, hrana nu este atît de concentrată ca în zona litorală, fapt ce determină ca reprezentanții nectonului să întreprindă numeroase migrații în căutarea resurselor de hrană, ca și a celor mai bune locuri de reproducere.

Întreaga viață de la suprafață și din straturile superioare ale pelagialului este legată de prezența luminii și se bazează pe fitoplancton, reprezentat mai ales prin alge unicelulare. Masa principală a planctonului servește ca hrană zooplanctonului, care, la rîndul lui, este consumat de formele mici ale nectonului, iar acesta din urmă, de către animalele nectonice mai mari.

Astfel, algele formează hrana de bază în apele mărilor și oceanelor. Dar, ca și pe pămînt, producția de hrană vegetală poate varia foarte mult de la un loc la altul, după cantitatea sărurilor nutritive, care nu este de loc uniformă în mări și oceane. În regiunile polare și pe coastele de vest ale continentelor (unde sînt curenți ascendenți reci), algele sînt așa de numeroase că dau apelor o colorație verde ; în regiunile tropicale și pe coastele de est ale continentelor (unde sînt curenți descendenți), apele sînt calde, tranparente și albastre ca cerneala, din cauza lipsei de alge și a absorbției părții roșietice a spectrului luminos.

Ca să învingă mai ușor rezistența apei, animalele nectonice au corpul alungit sub formă de torpilă. Și. cum aici ele nu au adăposturi în care să se poată ascunde, ca în zona litorală, culoarea lor de protecție se confundă cu nuanța mării.

Planctonul. Viața organismelor mari se bazează pe existența planctonului ; de aceea cunoașterea planctonului prezintă o deosebită importanță în economia resurselor naturale din mări.

Planctonul înglobează totalitatea organismelor vegetale și animale ce rătăcesc întîmplător în largul mării, purtate de valuri și de curenți. (În apropiere de insulele Faroë s-a dozat cantitatea de plancton de 3 cm^3 la litrul de apă.) După dimensiuni, organismele planctonice se împart în trei grupe : mezoplanctonice, microplanctonice și nanoplanctonice. Din grupa organismelor mezoplanctonice fac parte crustaceii (copepode și cladocere) și alte organisme mici care se văd cu ochiul liber (1—5 mm lungime). Organismele microplanctonice cuprind masa principală a fitoplanctonului, iar din grupa organismelor nanoplanctonice fac parte crustaceii mai mici, rotiferii și protozoarele.

În ceea ce privește repartiția planctonului, se distinge un plancton neritic deasupra platoului continental și un plancton oceanic deasupra fundurilor abisale, fie la suprafață, fie la diferite adîncimi. Primul este mai bogat și mai variat, pentru că se compune din animale provenite din largul mării și dintr-un mare număr de ouă, de larve și de alevini aparținînd ființelor care își petrec viața fixate de fundul litoralului.

Fitoplanctonul sau planctonul vegetal este reprezentat prin alge unicelulare microscopice, unicelulare, avînd membrana formată din două valve silicioase. În mările arctice și antarctice, diatomeele constituie cea mai mare parte a planctonului, formînd hrana principală a numeroase animale plutitoare sau fixe. În mările Antarcticei ele dau apei un colorit verde.

Zooplanctonul sau planctonul animal este format din cele mai variate ființe, cuprinzînd reprezentanții multor încrengături.

Cu ochii liberi abia se disting în masa de apă mici crustacei ; cu instrumente optice se disting protozoare diferite, alge, diatomee, mici meduze ; larvele de anelide, de moluște, de crustacei ; numeroase ouă de pești, precum și alevini. Printre forme de talie mai mare se capturează și diferite specii de meduze. Printre foraminifere se remarcă globigerinele. Celenteratele sînt reprezentate prin Scifozoare, Ctenofore și numeroase meduze pelagice. Echinodermele au reprezentanți în holoturii pelagice, viermii în Nemerțieni, iar moluștele în cefalopode, pte-

ropode și heteropode. Artropodele au reprezentanți în plancton prin numeroase specii de crustacei mici. Tunicierii sînt transparenți și se aglomerează la suprafața mării în imense bancuri plutitoare. Într-un cuvînt, regiunea pelagică adăpostește în apele sale marine o faună și o floră extrem de abundentă, în special în indivizi.

Mulți pești de fund au o fază a vieții lor pelagică, sub formă de icre și ouă, larve, alevini. Un exemplu caracteristic în această privință îl constituie calcanul (Rhombus maeoticus) ; icrele, larvele și alevinii acestuia sînt pelagice. Numai după o perioadă de timp puietul de calcan suferă o metamorfoză, se lasă la fund și ia forma părinților. Tot astfel, icrele și larvele (leptocefalii) anghilei de mare (Anguilla vulgaris), fac parte din plancton, pînă cînd metamorfozarea lor, în timpul migrațiilor spre țărmurile Europei, le dă forma adulților.

Peștii formează partea cea mai numeroasă și cea mai importantă a nectonului, cu seriile lor de familii, de genuri și de specii de toate mărimile. Peștii pelagici sînt înotători excelenți. Majoritatea lor au corpul fusiform, adeseori cu botul ascuțit și cu înotătoare dezvoltate proporțional. Ca exemple pot servi majoritatea rechinilor, scrumbia albastră, tonul, somonul etc.

Dintre peștii pelagici foarte specializați menționăm peștele cu „pînze" (histiophorus grey) și peștii zburători (Exocoetus volitans).

Peștele cu „pînze" sau peștele plutitor (Histiophorus) are o înotătoare dorsală foarte lungă și înaltă; cînd peștele înoată la suprafața mării, înotătoarea se găsește în afara apei și, în cazul cînd bate vîntul, poate îndeplini rolul unei pînze. Pentru a se apăra de dușmani, peștii zburători sar cu putere din apă și întinzîndu-și înotătoarele pectorale, planează în zbor deasupra mării, pe distanțe de pînă la 200 de metri și chiar mai mult ; alții, ca Dactylopterus orientalis, sar din apă pînă la 4—5 metri înălțime, căzînd uneori pe puntea navelor aflate în larg.

Pentru peștii pelagici este foarte caracteristic și coloritul ; în multe cazuri, ei au spinarea de culoare închisă, adeseori albăstruie, iar partea inferioară a corpului, de culoare deschisă, argintie. Datorită acestui colorit, peștii nu pot fi observați în apă.

În lumea peştilor pelagici se întîlnesc o serie de particularităţi biologice deosebit de interesante.

În ceea ce priveşte mărimea peştilor, contrastul este izbitor: peştişorul mistichtys luzonensis are zece pînă la paisprezece mm lungime, iar rechinii pot măsura 15—20 de metri.

Rechinul din Marea Neagră măsoară pînă la 1,8 m şi nu are mai mult de 9—12 kg. Este un peşte comestibil. Are pielea aspră din cauza solzilor placoizi (plăcuţe cu un ghimpe), care este folosită în industrie ca raşpel fin („chagrin").

Dintre rechinii mari amintim peştele Charcharias glaucus, de 4 m lungime, cu spatele albastru şi cu pîntecele albicios (trăieşte în Marea Mediterană, în Oceanul Atlantic şi în Pacific). Un rechin periculos (spaima mărilor calde, care se întîlneşte din Mediterana pînă în Australia şi în Noua Zeelandă) este Characharodon rondeletei, de 12 m lungime; el are dinţii zimţuiţi pe margini.

Nava *Viteaz* în călătoria sa din 1958 în Oceanul Pacific a găsit în stomacul unui rechin bucăţi de carne de rechin, două păsări, o fregată şi un cormoran, foi de varză aruncate de pe navă şi un ziar. Lăcomia rechinilor cînd este vorba de hrană este uimitoare.

Rechinul-balenă este cel mai mare dintre peştii cunoscuţi. El are lungimea între 6 şi 20 m şi cîntăreşte 70—150 de tone. Un specimen adult poate să aibă 10 000 de dinţi şi chiar mai mult. Cînd se hrăneşte, el deschide gura sa enormă şi un torent de apă încărcat cu peştişori, crabi, sepii, meduze etc. pătrunde în gură. Rechinii-balenă trăiesc în cîrduri de 20—30 de indivizi şi se asociază şi cu altfel de rechini. În 130 de ani, de la 1829 pînă la 1850 nu s-au putut prinde decît cca 100 de rechini de acest soi.

O formă puţin obişnuită are peştele-ciocan (Zygaena malleus) din regiunile tropicale, un rechin care atinge 4 metri lungime şi are capul foarte lat, ceea ce îi dă aspectul de ciocan.

Trecerea între Selacoideni (rechini) şi Batoide (vulpea de mare, pisica de mare) o face peştele fierăstrău (Pristis antiquorum), răspîndit în mările tropicale şi subtropicale.

El atinge 6 m lungime și botul (rostru) lung de 2 metri îi este prevăzut pe margini cu dinți triunghiulari.

Ca mijloace de apărarea sau pentru capturarea prăzii, unii pești se folosesc de o spadă lungă (Xiphias gladius) (134), alții de spini veninoși (Synancea verrucosa) sau de dinți tăioși (Charax puntazzo). Mult mai eficace este însă arma de apărare și de atac a peștilor electrici (Torpedo marmorata, Electrophorus electricus) [1].

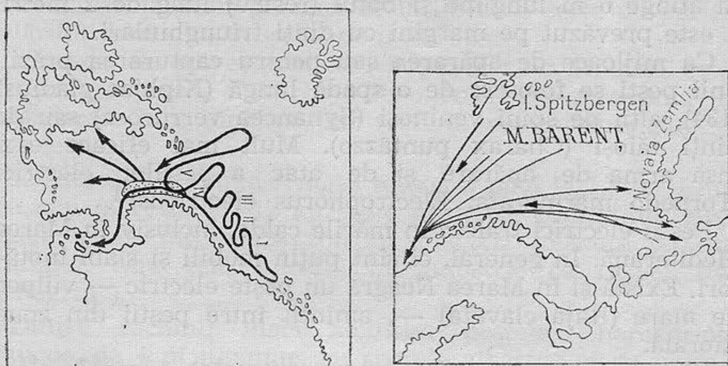
Peștii electrici trăiesc în mările calde, inclusiv în Marea Mediterană. În general, ei sînt puțin mobili și slabi înotători. Există și în Marea Neagră un pește electric — vulpea de mare (Raja clavata) —, amintit între peștii din zona litorală.

La torpila de mare (Torpedo marmorata), organele electrice sînt voluminoase și ating $^1/_3$ din greutatea corpului. Ele pot produce o tensiune a descărcării electrice de 8—100 volți. Electrophorus poate produce un curent electric cu tensiunea de pînă la 360 volți.

Remora prezintă o altă particularitate. Acest peștișor de 20—25 cm, răspîndit mult în mările calde, posedă pe cap o ventuză ovală, care îi permite să se prindă de obiectele din apă (de fundul vapoarelor, de rechini etc.). Așa se explică răspîndirea mare a remorei. Proprietatea ei de a se lipi cu ventuza de corpurile din apă este folosită de locuitorii de pe țărmurile Cubei și Zanzibarului pentru pescuitul broaștelor țestoase uriașe (Chelonia mydas). Remora se leagă de coadă și i se dă drumul din barcă în regiunea unde se găsesc broaște țestoase; acestea de obicei plutesc la suprafața apei, dormitînd. Cînd sînt în apropierea bărcii, se scufundă imediat. Remora însă se apropie pe nesimțite de broască și se lipește de carapacea ei, după care peștele este tras în barcă cu broască cu tot.

Dorada sau scrumbia aurie este un pește mare, de 70 cm lungime, spaima peștilor zburători. Carnea lui e foarte

[1] Peștii electrici erau cunoscuți încă din antichitate. Astfel, se recomandau peștii electrici pentru vindecarea durerilor de cap cronice și a gutei. Bolnavii de reumatism erau așezați pe un pește electric. Mult mai tîrziu (1751), Michel Adamson, reîntors dintr-o călătorie făcută în Africa, a descris peștele electric Malopterurus. Aceste observații au determinat pe mulți oameni de știință (de exemplu pe Galvani) să se ocupe de studiul electricității din organismele animale.



Migrațiile heringului norvegian (Clupea herengus)

gustoasă și a fost peștele preferat al navigatorilor de pe pluta *Kon-Tiki*.

Peștii industriali constituie o imensă bogăție naturală a mării. În primul rînd, amintim bancurile sau cîrdurile de scrumbii, de heringi, de pălămidă, de ton, de hamsii, de salmonide (somoni), de gadide etc.

Morua sau batogul (Gadus morrhus) face parte din familia gadidelor. Este un pește robust, rapace, care se hrănește cu tot soiul de animale marine. El trăiește în regiunile arctice la adîncimi chiar peste 1 300 de metri în timpul iernii și în vecinătatea curenților calzi inferiori.

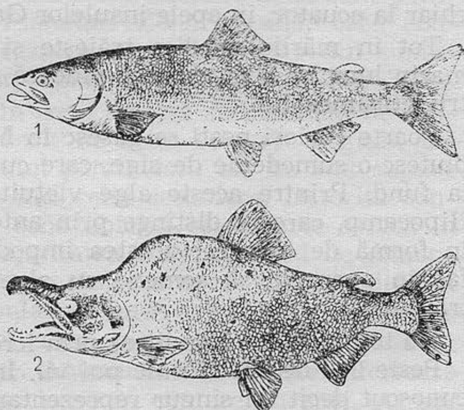
Heringul este reprezentat în Atlanticul de nord, Marea Nordului și mai puțin în Marea Baltică. El trăiește în cîrduri la larg unde se hrănește cu plancton. Icrele le aruncă lîngă țărmurile Norvegiei în februarie și martie, sau toamna, după specii.

Cu toate că acest pește este al mărilor nordice, totuși specialiști sovietici estimînd că apa rece din regiunea Antarcticei este bogată în plancton și ar conveni foarte bine heringului, au încercat în anul 1959 să populeze apele australe cu acest pește, operațiune care a reușit din plin.

Tonul este un mare pește carnivor al apelor pelagice, foarte abundent în Marea Mediterană, deși este un pește

al Atlanticului. El este un mare vînător al sardelelor, hamsiilor și altor pești.

Pelagialul constituie, de asemenea, cadrul de viață pentru cele mai multe mamifere și îndeosebi pentru balene (Cetacee). Dintre Mistacocete, al căror număr de specii este de 10, amintim balena albastră (Ballenoptera musculus), care atinge lungimea de 33 de metri și o greutate de 120 de tone. Este cel mai mare animal din cîte au trăit vreodată. Greutatea acestei balene este egală cu greutatea a 25 de elefanți sau cu greutatea a 150 de tauri. Inima ei cîntărește 600—700 kg, iar cantitatea totală de sînge ajunge la 8 000 litri. Lungimea intestinului depășește 250 m, iar volumul stomacului este de 3 000 dm^3. Femela care alăptează, produce zilnic 200—300 litri de lapte. Balena consumă în 24 ore 4—5 tone de crustacei, moluște și pești. Acest gen de balenă în stare adultă nu are dinți ; colții dentari nu s-au dezvoltat și gura nu prezintă decît fanoane, piese mari cornoase în formă de coasă, prinse pe maxilarul superior (din care se fac „balenele" industriale). Fanoanele, în număr de 300—350, ajung pînă la 5—6 m lungime. O balenă de 18 metri și în greutate de 70 de tone, poate produce în medie 1 600 kg fanoane și 30 000 kg grăsime, din care se extrag 24 000 kg ulei. Din carnea și din organele sale interne se prepară făină furajeră.



Somonul — Onchorhyncus gorbuscha:
1—înainte de reproducere;
2—după reproducere;

Tot în mările Antarctice trăiește și balena sudică (eubalaena australis) de o talie mai mică decît balena albastră.

Marsuinii și alte cetacee detectează obstacolele și prada lor emițînd ultrasunete pe frecvențe de 23—100 kilocicli pe secundă. Pînă în prezent, un asemenea dispozitiv nu era cunoscut decît la lilieci.

Dintre Odontocete (balene cu dinți), cașalotul (physeter catodon) ajunge la 21 m lungime. Este răspîndit în mările calde, cu excepția Oceanului Arctic. Se hrănește cu diferite cefalopode și, mai rar, cu pești. Se cufundă pînă la 300 m adîncime și poate rămîne sub apă mai mult de o oră.

În mările Oceanului Arctic și în mările nordice ale Oceanului Pacific este răspîndit delfinul alb sau beluga (Delphinapterus leucas), lung de 6 metri.

Foca, otaria, vițelul de mare, morsa și alte cinci genuri asemănătoare sînt mamifere pinipede, amfibii și foarte bine adaptate la viața acvatică. Sînt abundente în regiunile polare. Totuși, sînt și regiuni calde care au focile lor, numite *monacus* [din care unele locuiesc în Adriatica]. De aici pare să provină și focile din Marea Neagră, care în număr de vreo 25 de perechi se adăpostesc în grotele de stîncă roșie de la Capul Caliacra. Cu toate distrugerile ce le fac în bancurile de pește, totuși s-au luat măsuri de cruțare a lor. Mai curios este cazul focilor care se găsesc chiar la ecuator, în apele insulelor Galapagos.

Tot în mările nordice trăiește și narvalul, un animal marin lung de 6 m, care se vînează pentru carnea și pentru grăsimea lui.

Foarte curioși pești se găsesc în Marea Sargaselor. Aici plutesc o sumedenie de alge, care cu timpul mor și se duc la fund. Printre aceste alge viețuitoare se întîlnește un Hipocamp, care se distinge prin antenele sale desfășurate în formă de ciucuri ; acestea împodobesc corpul său și-l fac în aparență să semene cu algele în mijlocul cărora trăiește.

Nu toți peștii se înmulțesc prin icre.

Peste 200 de specii nasc pui vii. În țara noastră nu este cunoscut decît un singur reprezentant al lor — Gambusia

— care trăiește în apele lacului Mangalia, unde a fost adus din America.

Reptilele nu sînt reprezentate în necton decît numai prin diferite specii de broaște țestoase, care în mările calde ating mărimi de cîțiva metri. O broască țestoasă uriașă, în greutate de 1 000 kg, a fost prinsă în aprilie 1965 în apropiere de Sydney (Australia).

În Marea Neagră s-a prins o singură dată, la coasta țării noastre, un exemplar mai deosebit, în lungime de un metru, care a fost preparat și expus în Muzeul de istorie naturală Gr. Antipa din București.

3. *Viața în adîncurile mării*

Regiunea abisală cuprinde toate porțiunile mării situate mai jos de limita pînă unde pătrunde lumina; ea constituie o adevărată albie oceanică sau fundul propriu-zis. Pătura ei superioară, corespunzînd aproximativ cu înălțimea taluzului continental, formează o regiune de sine stătătoare : zona batială. Atît prin condițiile mediului, cît și prin populația animală, aceasta reprezintă o treaptă intermediară, între zona pelagică și cea abisală propriu-zisă.

Zona abisală începe aproximativ sub 1 500 m. Ca dimensiuni, ea întrece de mai multe ori celelalte două zone principale ale Oceanului Planetar. Zona abisală, care constituie de fapt albia oceanică, reprezintă 78,5 din suprafața fundului marin, iar depresiunile abisale — doar 3,1%.

Condițiile de viață din zona abisală sînt extrem de uniforme, mai uniforme decît în toate celelalte regiuni ale mării și chiar ale globului pămîntesc ; ele nu sînt supuse nici variației diurne și nici celei sezoniere. Datorită condițiilor grele de viață, zona abisală este foarte săracă în specii și în indivizi, majoritatea acestora fiind de dimensiuni mici. Hrana se reduce simțitor spre adînc și o dată cu ea scade și desimea populației. Sursa de hrană a animalelor abisale o formează mai ales „ploaia de cadavre" căzută din straturile superioare. Animalele din etajele inferioare migrează în etajele superioare în căutarea hranei. Aceste

migrații zilnice sau sezoniere, pe verticală, sînt foarte frecvente, formîndu-se astfel un complicat lanț nutritiv, ale cărui verigi leagă în cele din urmă lumea vegetală de la suprafața mării cu lumea animală de pe fundul abisal.

Animalele fixate care trăiesc totuși în această zonă au, de obicei, pedunculi sau piciorușe (suporturi lungi), care le susțin corpul deasupra mîlului. Astfel, holoturiile sau castraveții de mare posedă ambulacre lungi și cu un fel de talpă lată, pe care corpul alunecă la suprafața mîlului ca pe o sanie ; corpul aricilor de mare este globiform și acoperit cu spini subțiri alungiți ; paianjenii sau picnogonidele de mare și crustaceul-păianjen au picioare foarte lungi și subțiri.

Crinii de mare, spongierii și brachiopodele au cîte un peduncul lung, în vîrful căruia se leagănă corpul în formă de floare, de cupă sau de scoică.

Întunericul deplin a făcut ca animalele de adîncime să fie fosforescente și să-și dezvolte organele tactile. Unele și-au pierdut organele vizuale, cum este peștele orb (Bathymicrops regis), iar altele, dimpotrivă, au ochi foarte mari, cum este crustaceul amfipod Cyrtisoma neptunii.

Majoritatea animalelor sînt colorate în nuanțe de alb, cenușiu, negru sau roșu. Pe fundul oceanic nu s-au găsit niciodată animale albastre sau verzi, iar cele pestrițe sau vărgate sînt extrem de rare.

În general animalele abisale au o structură fină și ajurată, sînt lipsite de un schelet solid și de mușchi puternici.

Aruncînd o privire generală asupra populației din regiunile lipsite de lumină (afotice) ale oceanelor, constatăm existența tuturor grupelor mari de animale, de la cele mai simple protozoare și pînă la vertebrate. Protozoarele sînt reprezentate prin foraminifere. Spre deosebire de foraminiferele obișnuite, formele abisale au corpul învelit cu fire de nisip și sînt, de regulă, colorate în negru.

Dintre animalele primitive, cu origine geologică străveche, se numără spongierii. Forme abisale caracteristice au bureții sticloși, în formă de cupă și bureții calcaroși. Mulți dintre ei trăiesc în simbioză cu polipii hidroizi.

Celenteratele sînt reprezentate prin numeroase forme. Polipii hidroizi sînt, de obicei, destul de mici. Ei formează

colonii frumoase, cum sînt cele în formă de pană (plumularii). Polipul hidroid Monocaulus imperator atinge mărimea de 2 m.

De asemenea, există multe meduze fosforescente și actinii frumos colorate, cu brațele subțiri și lungi ca niște petale ademenitoare, însă acoperite cu mii de celule urzicătoare.

Coralul negru, răsucit ca un tirbușon, coboară pînă la 3 000 metri ; rudele coralului roșu, printre care și gorgonele, sînt reprezentate prin numeroase specii, unele ajungînd să trăiască pînă aproape de 10 000 m adîncime.

Cei mai mulți viermi abisali trăiesc în căsuțe tubulare și se hrănesc cu resturi organice.

Spre adînc, moluștele (melcii și scoicile) au dimensiunile din ce în ce mai mici și cochilia tot mai subțire și mai transparentă. Sepiile sînt reprezentate prin forme cu cel mult zece brațe.

Crustaceii sînt reprezentați prin lătăuși cu ochii enormi, prin paguri și diferiți crabi cu spini lungi, care ajung pînă la o adîncime de 4 000 metri.

Cele mai numeroase animale abisale sînt echinodermele. Aricii de mare, holoturiile și alte echinoderme s-au răspîndit mai ușor spre adînc, datorită faptului că mulți dintre ei se hrănesc cu mîl. Aproape la toate adîncimile se întîlnesc stelele de mare și rudele lor apropiate, ofiuridele, cu brațe lungi, subțiri, șerpuitoare. Aricii de mare coboară pînă aproape de 6 000 metri, în timp ce crinii de mare depășesc 8 000 de metri. În apele Antarcticii se găsesc stele de mare cu un diametru de 44 cm precum și diferite ofiuride.

Peștii sînt și ei numeroși și cuprind specii variate, cu deosebire în regiunile tropicale.

4. *Viața în Marea Neagră*

O particularitate a Mării Negre constă în faptul că viața vegetală și animală este reprezentată numai în straturile superficiale, începînd de la țărm și pînă la adîncimea de 150—200 m. Mai jos, apa este infectată cu hidrogen sulfurat, în care pot trăi numai bacteriile anaerobe,

ceea ce face ca 85—90% din întreaga masă de apă să fie lipsită complet de viață. Din cauza salinității reduse, numărul speciilor din Marea Neagră este de patru ori mai mic decît în Marea Mediterană. Sifonoforele, cefalopodele, pteropodele, heteropodele, gorgoniaceele, echinodermele lipsesc aproape complet de aici cu excepția a trei specii : un ofiurid (amphiura florifera) și două holoturide (cucumaria orientalis și synapta digitata). Dintre ctenofori, în Marea Neagră trăiește numai pleurobrachia pileus, iar dintre actinii — trei specii (actinia equina, cyliste viduata și cerianthus vestitus).

Biocenozele Mării Negre au fost mult studiate de S. A. Zernov. La noi ele au fost cercetate de Prof. I. Borcea, C. Motaș și de colaboratorii lor.

În Marea Neagră nu există o zonă litorală dezvoltată ; organismele mediteraniene corespunzătoare acestei zone s-au răspîndit în zona prelitorală și sublitorală.

În zona prelitorală se găsesc două biocenoze importante legate de diferite faciesuri ; biocenoza stîncilor și biocenoza nisipului. Astfel, stîncile și pietrele fixe de la țărmul mării (întîlnite pînă la 28 metri adîncime) sînt pline de crustele răcușorului cirriped Balanus și de cochiliile melcului în formă de pălărie chinezească [patella pontica]; în crăpături se ascund crabi mici (Pachygrapsus). Stîncile sînt acoperite cu tufișuri dese de alge brune (Cystoseira), în care se întînesc midiile (Mytilus). Printre aceste aglomerări de alge se ascund peștișori țepoși, ca Scorpaena ; tot aici sînt și alge verzi cu valuri late, în formă de frunze, iar pe porțiunile de stîncă fără vegetație sînt fixate acțiunile.

Lumea animală legată de nisip este reprezentată prin diferiți viermi (Linaeus, Saccocirrus) și crustacei-amphipozi, care se vîră în nisipul umed de pe țărm, iar în apa cu fundul nisipos, pe care-l scormonesc cu mustățile, înoată barbunii (Mullus barbatus); pe fund, fiecare pagur (Diogenes) trage după el scoica în care își introduce abdomenul său moale ; alături de pagurii mici stau culcate sau îngropate — în parte — cambulele turtite (Pleurenectes).

Mai jos (10—30 m), unde pe fundul nisipos sau mîlos, crește o iarbă de mare înaltă (zoostera), se ascund peștișori viu colorați (Crenilabrus) și acul de mare (Syngnathus).

Pe tulpinile de zoostera se agaţă cu vîrful codiţelor căluţii de mare (hippocanpus). Tot aici înoată multe crevete (leander, hippolyte).

Mai departe de zona cu zoostera, de-a lungul ţărmului, pînă la adîncimea de 50 m se întinde zona fundului nămolos, pe care se găsesc numeroase cochilii moarte şi vii de stridii (Ostrea) şi de midii (Mytilus).

La adîncimea de 50—80 m predomină midiile ; biocenoza nămolului mitiloid constituie o particularitate caracteristică a Mării Negre ; nicăieri, în alte mări, midiile nu se strîng în număr atît de mare la o astfel de adîncime. În afară de midii, sînt caracteristice algele roşii (phyllophora), spongierul Suberites şi ascidiile (ciona, molgula).

Mai jos de biocenoza midiilor (de la adîncimea de 55—65 m şi pînă la 180—185 m), adică în cuprinsul zonei sublitorale, se găseşte biocenoza nămolului cu faseoline, reprezentată prin lamelibranchiate, ca phaseolina şi trophomopsis ; în această biocenoză se găseşte şi amphiura, singurul reprezentant al echinodermelor.

Zooplanctonul, care are origine mixtă (marină şi de apă dulce) este format în special din crustacei inferiori (Copepode şi Cladocere), flagelate fosforescente (Noctiluca), meduze mari ca aurelia aurita şi rhizostoma pulmo etc.

Ihtiofauna Mării Negre (150 specii) este mult mai săracă decît aceea a Mării Mediterane (550 specii). În majoritatea cazurilor ea este formată din peşti eurihalini (105 specii) veniţi din Mediterana. Aşa sînt : barbunul, vulpea de mare, chefalul, ghiborţul de mare, lapina, căluţul de mare etc. Dintre peştii pelagici se întîlnesc : hamsia, scrumbia albastră, rechinul etc. Din grupa relictelor din Marea Neagră şi din Marea Caspică amintim scrumbiile şi guvizii.

Mamiferele marine sînt reprezentate prin 3 specii de delfini : delfinul propriu-zis, porcul de mare şi afalenul.

D. MIGRAŢIILE PEŞTILOR

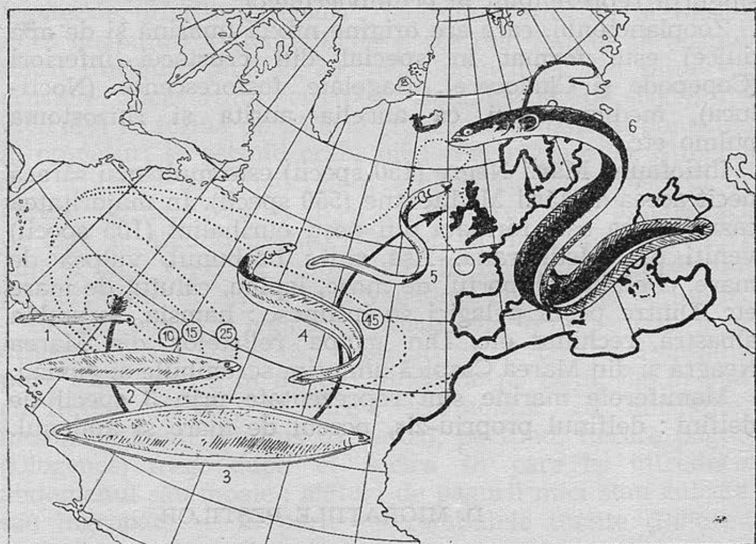
Cu regularitate, în anumite perioade, cîrdurile sau bancurile de peşti întreprind mari călătorii, dintr-un bazin hidrografic în altul. Peştii circulă atît din mare în fluvii,

cît și din fluvii în mare (de ex. migrațiile întreprinse de sturioni — morun, nisetru păstrugă și scrumbiile de Dunăre — din mare în Dunăre și invers). Acestea sînt considerate migrații tipice, spre deosebire de migrațiile obișnuite, care sînt călătorii mai lungi sau mai scurte întreprinse de pești numai în mare (de ex., migrațiile de reproducere ale heringilor spre țărmurile Norvegiei).

Migrațiile peștilor se pot grupa în două categorii :

— *migrații pasive*, cînd icrele, larvele, puieții și uneori chiar peștii adulți se lasă antrenați de curentul apei și de valuri și sînt duși în alte locuri prielnice vieții lor ;

— *migrații active*, care se desfășoară împotriva rezistenței stratului de apă sau a curenților, pe un drum și spre o țintă bine definită. După felul cum peștii înfruntă curentul, migrațiile pasive se mai numesc și migrații *denatante* sau *catodrome*, iar cele active — migrații *contranatante* sau *anadrome*. În afară de migrațiile pasive



Schema răspîndirii anghilei europene în Oceanul Atlantic (cifrele încercuite indică lungimile în mm):
1 — larvă imediat după eclozare; *2*, *3* — leptocefali de 1 an; *4* — leptocefali înainte de metamorfoză; *5* — civele; *6* — anghilă adultă.

și de cele active care pot urmări o direcție orizontală în masa apei (sau de-a lungul curentului) migrațiile se desfășoară și pe linie verticală. În acest caz, peștii străbat în drumul lor straturile de apă de la suprafață spre adîncime sau urmăresc curenții verticali, de convecție (migrații descendente și ascendente).

Peștii care trăiesc în mod obișnuit în mediul dulcicol și în anumite perioade trec în cel marin se numesc *pești thalassotoci* (de ex. anghila), spre deosebire de *peștii potamotoci,* care migrează din mare în apele dulci (de ex. sturionii, somonii, scrumbia de Dunăre).

E. PESCUITUL ÎN ECONOMIA PISCICOLĂ MONDIALĂ

Popoarele maritime și insulare consumă o mare cantitate de pește, îndeosebi în Japonia, unde pămîntul nu poate hrăni în mod îndestulător populația în continuă creștere. De asemenea, scrumbia reprezintă un aport de hrană foarte important pentru țările nordice.

Pescuitul focilor și balenelor ocupă un loc important în pescuitul mondial.

Oamenii au început să vîneze balena din timpuri străvechi. Înarmați cu harpoane și lănci, eschimoșii au fost primii care au îndrăznit să atace uriașele animale.

Vînarea balenelor a contribuit în bună parte și la descoperirile geografice. Celebrul navigator englez Cook, în expedițiile sale în căutarea pămîntului din regiunea Polului Sud (1768—1771), a semnalat prezența în apele australe înghețate a numeroase foci și balene. A început atunci, pe timpul marinei cu pînze, cu corăbii pînă la 400 tone deplasament, o vînătoare foarte activă a cetaceelor și pinipedelor, de către țările maritime (Anglia, Franța și Portugalia).

Vînătorii de cetacee și de foci au colonizat temporar toate insulele Oceanului Austral, care erau deșerte la sosirea lor și pe care astăzi se găsesc ruinele instalațiilor de tot felul ale așezărilor din vremurile acelea.

Pînă în 1820 vînătoarea a fost așa de intensă, că animalele au dispărut cu desăvîrșire de prin acele locuri.

În căutarea unui drum spre Extremul Orient prin Oceanul Arctic s-au descoperit numeroase cetacee în regiunea Insulelor Spitzbergen. S-a pornit și aici o vînătoare aprigă a cetaceelor de către navigatorii englezi, olandezi, francezi, scandinavi, germani care au năvălit spre Spitzbergen. Olandezii au fost aici cei mai activi vînători, care și-au instalat baze pe mica insulă Jan Mayen, la nord de Islanda. Numai în decurs de 80 de ani olandezii singuri au vînat peste 57 000 de cetacee. După 1830 corăbiile au părăsit și aceste locuri din cauza dispariției totale a acestui soi de vînat.

După ultimul război mondial vînătoarea de balene a reînceput în Oceanul Austral, întinzîndu-se pînă în mările Weddell, Bellingshausen și Ross și este de remarcat că, numai într-o singură campanie, nava engleză *Balena*, însoțită de 24 vase auxiliare, a capturat 2 500 de balene, ceea ce este un record în pescuitul de cetacee.

Pentru a pune o regulă în vînătoarea acestor animale, în 1946, reprezentanții mai multor țări au semnat o convenție internațională prin care se stipulează că vînătoarea de balene este permisă numai între 15 decembrie și 1 aprilie și limitată la sud între Patagonia și Noua Zeelandă, iar la nord, în Oceanul Pacific de la latitudinile Japoniei și Californiei pînă la strîmtoarea Bering. S-a stabilit numărul total de balene ce pot fi vînate într-un an. Un centru special, stabilit în Oslo, înregistrează în fiecare seară numărul cetaceelor vînate într-o zi. Aceste date sînt comunicate prin radio de fiecare navă-vînătoare.

Ca rezultat al cercetărilor privind migrațiile peștilor, ale zonelor de pescuit, urmate de descoperirea unor noi zone de pescuit, o dată cu dezvoltarea și cu perfecționarea tehnicii pescuitului industrial, producția mondială de pește, de animale și de plante marine a crescut simțitor (de la 22,3 miliarde kg în 1938 la 30 miliarde kg în 1961, potrivit anuarului statisticilor pescăriilor publicat de Organizația Națiunilor Unite). Anuarul dă următoarele cifre pentru primele șase țări : Japonia — 5 390 000 tone ; Statele Unite (inclusiv Alaska) — 2 741 000 tone; Republica Populară Chineză — 2 640 000 tone (1956) ; U.R.S.S. — 2 535 000 tone ; India — 1 233 000 tone și Anglia — 1 014 000 tone.

O contribuție la dezvoltarea pescuitului constituie descoperirea unui procedeu al savanților japonezi, care în anul 1961 au captat cu ajutorul microfoanelor submarine vibrațiile produse de anumiți pești. Amplificînd și apoi difuzînd din nou sub apă aceste vibrații, s-a reușit ca mari cantități din acest pește să fie îndrumat direct în plasele pregătite pentru pescuit.

În U.R.S.S. s-a echipat o flotă de pescuit de 25 de vase-uzine capabile să stea pe mare continuu trei luni, în care timp să trateze 600 de tone de heringi. În acest scop sînt aplicate cele mai reușite metode de pescuit. Pentru aceasta U.R.S.S. a echipat numeroase vase de studiu, printre care un submarin (Severianka), însărcinat în special cu depistarea heringilor.

În ultimii ani, în orbita pescuitului mondial au intrat noi zone de pescuit în emisfera sudică, care de la 5% au ajuns să furnizeze 20% din recolta mondială de pește. În regiunile sudice s-a intensificat mai ales pescuitul sardinei, tonului și mamiferelor marine. La aceasta a contribuit dezvoltarea industriei frigorifice și a extracției de grăsimi, direct pe vasele de pescuit.

Pe plan mondial, pe lîngă pește și mamifere marine, se mai pescuiesc și nevertebrate (moluște, crustacei, echinoderme), se recoltează alge și diferite plante acvatice.

Langustele și tonul formează bancuri pe coasta Mauritaniei, care sînt cele mai importante și mai renumite din tot Oceanul Atlantic.

Pentru că algele submarine reprezintă un important produs nutritiv și industrial, în insula Tasmania la Trisbunne există o fermă submarină unde se cultivă diferite alge bogate în acid alginic și în sodiu. Recoltarea se face cu ajutorul unui vas echipat cu o cositoare submarină.

Noua navă oceanografică franceză *Coriolis* va efectua cercetări legate de „ciclul alimentar“ în zona australă a Oceanului Pacific, care constituie una din cele mai importante rezerve de proteine din lume.

Producția mondială de pește, mamifere, diferite animale și plante marine reprezintă efortul a circa 8 000 000 de pescari permanenți, fără cei sezonieri. Toți acești pescari folosesc în practica pescuitului industrial o flotă de

cca 1 000 000 de vase pescărești, cele mai multe fiind ambarcații motorizate și pe care se folosesc unelte și metode de pescuit din ce în ce mai perfecționate.

În anul 1965 (statistica O.N.U.), producția mondială de pește a fost de 51,6 milioane de tone. Asia participă cu 37% din această cantitate, urmată de America de sud (24%), Europa (19%) și America de nord și centrală cu 8%.

F. SITUAȚIA PESCUITULUI ÎN ȚARA NOASTRĂ

Pescuitul marin din țara noastră a luat o mare dezvoltare în ultimele două decenii. Pînă în anul 1944, pescuitul se limita numai la litoral, prin instalarea carmacelor de sturioni, a paragatelor de guvizi și de calcan și a cîtorva taliene rudimentare, fără nici un vas motorizat și cu o producție anuală de numai aproximativ 1 000 000 kg pește. Astăzi, pescuitul nostru marin a înregistrat progrese mari. La litoral, pescuitul se practică astăzi cu 100 taliene tip gigant (majoritatea fiind instalate pe flotori), față de 5 din trecut, apoi cu numeroase șire de carmace, paragate, setci fixe, năvoade, gripuri etc.

Talienele, năvoadele și setcile sînt larg folosite la pescuitul scrumbiilor albastre, stavrizilor, hamsiilor, gingiricii ; pălămida se pescuiește cu plasa-pungă.

Cu toate că sîntem la început și ne lipsește o tradiție în tehnica pescuitului marin de larg, totuși eforturile depuse au fost încununate de succes, obținîndu-se o producție anuală de peste 5 milioane kg pește, adică o cantitate de pește de 5 ori mai mare decît înainte de 1944.

În ultimii ani au fost elaborate o serie de măsuri eficace menite să ridice pe o treaptă superioară activitatea de cercetare științifică ce se desfășoară în domeniul piscicol în țara noastră, în vederea sporirii producției de pește.

Dintre specii, sturionii (morun, nisetru, păstrugă) — pești valoroși — sînt în atenția specialiștilor. S-au luat măsuri eficace pentru ocrotirea sturionilor în vederea

înmulțirii lor, organizîndu-se totodată reproducerea lor artificială.

În anul 1957, a fost creată o stațiune de reproducere și de creștere a puietului de sturioni la Litcov, pe brațul Sf. Gheorghe.

Prin studiile și cercetările efectuate de specialiștii noștri s-a putut determina mai exact fondul pisicol al Mării Negre, ajungîndu-se la concluzia că rezervele de pește ale acestei mări nu sînt în nici un caz pe cale de epuizare, cum se credea pînă nu de mult. Pe baza acestei concluzii a fost elaborat un plan științific de cunoaștere și de valorificare a resurselor piscicole ale Mării Negre, plan extrem de important în acțiunea de intensificare a pescuitului.

Cercetătorii noștri din domeniul piscicol se preocupă în permanență de studierea biologiei speciilor industriale de pești marini și a drumurilor lor de migrație.

Se fac intense cercetări pentru cunoașterea cît mai exactă a răspîndirii și comportării peștilor din Marea Neagră în vederea depistării aglomerării acelor specii care pot fi pescuite în cantități cît mai mari, pentru asigurarea unei creșteri simțitoare a producției de pește. În acest scop cercetătorii români acordă o atenție deosebită cunoașterii biologiei peștilor industriali, aplicării celor mai avansate metode de descoperire a aglomerărilor de pește (cum este reperarea din avion a cîrdurilor migratoare) și perfecționării tehnicii pescuitului.

În ultimii ani, România a început să-și exercite drepturile de exploatare a apelor oceanului planetar. În acest scop pescadorele „Constanța" și „Galați" au întreprins o campanie de pescuit în vara anului 1964 în nordul Oceanului Pacific și între Australia și Noua Zeelandă.

În toamna aceluiași an, pescadorele au sosit la Galați, unde au descărcat o bogată cantitate de pește. În cursul iernii 1964—1965, ele au pescuit în nordul Oceanului Atlantic și între insulele Azore și coasta de NV a Africii, aducînd în primăvara anului 1965 o altă cantitate însemnată de pește. După golire, pescadorele au plecat în campania de vară a anului 1965 în apele Terrei-Nove. De atunci campaniile de pescuit oceanic în Atlantic au devenit sistematice.

XII

AVIFAUNA MARINĂ

Studiul vieţii marine trebuie completat cu cercetarea vieţii păsărilor care trăiesc pe coastele mărilor şi deasupra lor şi cărora apa mării le oferă toate elementele nutritive. La rîndul lor, păsările îndeplinesc o funcţiune de curăţire nu numai a litoralului, dar şi a apelor de suprafaţă din larg.

Avifauna marină, cu toate că este nutrită de mări, nu trăieşte în mod permanent pe apă. Zonele de răspîndire a păsărilor marine sînt destul de limitate. Astfel de păsări ca petrelele, fregatele, albatroşii nu pot să se lipsească de baze continentale şi insulare : şi unele şi altele se dezvoltă în regiunile latitudinilor mari, cele de la nord prin extinderea continentelor, iar cele de la sud prin apropierea marginilor continentului Antartic.

Unele din aceste păsări de mare nu ating uscatul decît o dată pe an, în timpul clocitului.

Din punctul de vedere al nutriţiei păsărilor, regiunile apelor verzi şi reci, ale mărilor subarctice şi ale mărilor australe, foarte bogate în vieţuitoare sînt superioare regiunilor calde şi chiar regiunilor temperate. Nu este deci de mirare că avifauna marină prezintă o creştere de la ecuator către poli atît ca număr de specii cît şi ca indivizi, pînă către 80° latitudine nordică şi 70° latitudine

sudică. Naturalistul Milne Edwards consideră mările australe ca locul de origine a albatrosului, a petrelului, a stercorarului, a porumbelului de mare și a pinguinului; mările boreale ca patrie a pescărușului, a goelandului, a rîndunelei de mare, a cormoranului, a nebunului sau pelicanului de mare, a pinguinului arctic; mările calde ca patrie a faetonului și a fregatei. În contrast cu sărăcia avifaunei terestre, avifauna marină este abundentă, atît în extremul nord, cît și în extremul sud. Din cele 90 de specii de păsări stabilite în Groenlanda, 70 de specii sînt păsări de mare.

În afară de cîteva specii care au foarte bune posibilități de zbor, cum este albatrosul, păsările de mare se tem de lungile treceri oceanice, ca și păsările terestre, care în călătoriile lor evită pe cît pot trecerile peste mări. Adeseori, toamna, în Egipt, pe țărmurile Mării Mediterane, locuitorii prind cu plasele potîrnichile ajunse pe coastă în completă stare de epuizare, după trecerea mării. Păsările de mare se adună în mare număr pe coastele continentale, pe insule, pe stîncile de lîngă coastă. Stîncile din zonele calde — din golful Aden, de pe Capul Guardafui, de pe insula Martinica din Antile, de pe insulele Aves (Venezuela), de pe coastele Republicii Peru — sînt acoperite de guano.

Mult populate de păsări sînt și insulele din zonele reci ale globului — din Groenlanda și Norvegia, insulele Pribîlov din Marea Bering și insulele Oceanului Austral. Întîlnirile de curenți— locuri foarte bogate în viețuitoare— atrag păsările tot așa de bine la ecuator ca și în mările reci.

Pe lîngă coasta Americii de Sud, în regiunea de întretăiere a curenților calzi cu cei reci, păsările consumă anual, cu aproximație, pînă la 25 000 000 chintale de pește. Aceasta reprezintă cam 10% din cantitatea de pește pescuită în întreaga lume. Regiunile mărilor lipsite de agitație la suprafață și cu mai puține viețuitoare sînt sărace și în avifaună. Aceste regiuni, situate pe aceleași latitudini ca deșerturile terestre (Sahara), au fost numite, destul de impropriu, deșerturi marine.

În Oceanul Austral trăiesc diferite specii de păsări care devin mai numeroase de la nord spre sud, începînd de la

paralela de 35°S. Printre acestea se numără și marele albatros, ale cărui aripi, cînd se desfac, măsoară 3 m. Oricît de lungi ar fi zborurile acestor păsări, totuși ele trebuie să aibă undeva loc de staționare. Albatroșii își aleg locurile de clocit pe micile insule din Oceanul Austral — Marion, Campbell, Crozet — unde construiesc cuiburile lor.

Alte păsări care populează în cîrduri mai numeroase apele Oceanului Austral sînt : pufinul, de pe insula Campbell (la sud de Noua Zeelandă), cormoranii, goelanzii dominicani, stercorarii, petrelul gigantic și petrelul de furtună. Porumbeii de mare zboară de la sudul Africii și de la insula Madagascar pînă la banchiza antarctică. Ei colonizează nu numai insulele australe, dar se stabilesc chiar și pe aisberguri. Pe insulele australe ca și în continentul antarctic, se găsesc numeroși pinguini. Observații făcute în cîteva rînduri pe insulele St. Paul și Macquarie au arătat că aceste păsări dispar de pe insulă în timpul iernii australe (de la începutul lunii mai pînă în octombrie). Se crede că ele își petrec iarna pe mare, dar nu au fost văzute nici o dată aici în cîrduri numeroase. Momentul cel mai critic al existenței lor este cînd sosesc în apele vecine cu coasta insulelor, unde leoparzii de mare le atacă cu furie. Coloniile de pinguini numără uneori foarte mulți indivizi. De exemplu, pe insulele Macquarie a fost descoperită o colonie de pinguini care numără 750 000 de indivizi, acoperind 6 hectare.

În regiunea Aleutinelor se găsesc păsări arctice, în special rața boreală. Aceasta a fost mult vînată (cu toate că își face cuibul în locurile cele mai prăpăstioase) pentru puful ei foarte fin, cu care femela își împodobește și cuibul. De aceea s-au luat măsuri de protecție a acestei păsări, nu numai în regiunea Pacificului de nord, dar și în țările scandinave și în Islanda.

Fregatele regale nu se găsesc decît în regiunea insulelor Galapagos.

Atmosfera Oceanului Indian este mai puțin populată. Aici păsările nu se prea depărtează de coloniile lor, ceea ce face ca pe cerul din largul oceanului să nu apară nici albatrosul, însoțitor de vapoare, nici petrelul de mare. În schimb, nebunul și rîndunica de mare — foarte rare în

largul mării — sînt destul de numeroase în punctele unde se pot fixa, începînd de la Capul Guardafui pînă în Australia.

Insula Keeling este așa de populată de păsări că pare pur și simplu construită din cuiburi. Atmosfera este îmbîcsită de mirosul gunoiului acestor păsări. Pe insula Christhmass păsările de mare contribuie în bună parte la hrănirea micii populații a insulei.

În Oceanul Atlantic pe cerul ecuatorial nu se văd decît rareori păsări. Din cînd în cînd, în largul oceanului apare cîte un faeton, cîte o fregată sau rîndunică de mare. Totuși, și regiunile ecuatoriale și regiunile temperate, precum și cele reci au stîncile lor de păsări, unde trăiesc o mulțime de ființe înaripate, care călătoresc mai mult sau puțin departe pe apele învecinate.

În nordul Atlanticului domină păsările arctice și subarctice ca : rața boreală, petrelul și goelandul albastru, care își prelungesc zborurile iarna pînă pe coastele peninsulei Florida. Peste tot se întîlnește însă pescărușul argintat, care pare să fie cea mai caracteristică pasăre a Atlanticului de nord.

De remarcat este pufinul major, care-și petrece primăvara în regiunea Terra-Nova, de unde la începutul lunii iunie își ia zborul spre est. În iulie el se găsește în Scoția, de unde zboară spre sud, în august trece pe lîngă Irlanda, în septembrie zboară deasupra Capului Ouessant, continuîndu-și drumul spre sud, unde îl așteaptă resturile unui cuib din iarna precedentă pe una din insulele pustii ale arhipelagului Tristan-da-Cunha. De aici, după creșterea puilor, se îndreaptă spre capul San Roque al Americii de Sud, peste insulele Antile și spre nord, pînă la insula Terra-Nova. Această emigrare se produce în sensul acelor unui ceasornic, de la vest spre est și în direcția vînturilor dominante. Nu se știe însă ce atavism îl mînă dintr-o regiune friguroasă în alta tot friguroasă.

În Atlanticul de nord coloniile păsărilor sînt stabilite pe numeroasele stînci ale coastelor, în Islanda, Jan Mayen, Svalbard, Finmark.

Rața de ghețuri cuibărește în jurul Polului Nord, pe coastele eurasiatice și americane ale Oceanului Arctic. Mică, alburie și cu o coadă foarte lungă, apare rar și în

țara noastră, în timpul iernii. Întîmplător, un exemplar a fost vînat și la noi și se găsește într-o Filială de vînătoare din Capitală.

În mările marginale antarctice, înghețate, avifauna pare să fie mult mai bogată decît în părțile septentrionale și australe ale oceanelor, pentru că stîncile și insulele mărilor polare sînt mai bogate în puncte de instalare de colonii. Este adevărat însă că albatrosul nu se ridică niciodată pînă în regiunile înghețate, cum nici porumbelul de mare nu trece de Georgia de sud. Însă goelanzii dominicani, petrelele și cormoranii ajung în cîrduri în aceste regiuni la sfîrșitul iernii, în care perioadă vin acolo și pinguinii de diferite forme să se stabilească în coloniile lor, fără să se știe unde au fost pînă atunci.

Numărul și activitatea păsărilor de mare arctice, care se hrănesc numai cu organisme marine, arată bogăția planctonului. Toate marginile continentale și insulare, în special ale insulei Novaia Zemlea, ale Svalbard-ului, ale Arhipelagului american și ale coastelor strîmtorii Bering, sînt populate de petreli arctici, de nebuni, de pinguini și de rațe de mare, pe care le vînează locuitorii din Novaia Zemlea pentru renumitul lor puf. Păsările terestre călătoresc și ele pe banchiză și chiar destul de departe de coastă.

Antarctida este lipsită de animale și păsări, în schimb țărmurile ei sînt populate de numeroase mamifere și păsări care se hrănesc cu crustacei și alte mici viețuitoare. Aici se întîlnesc albatroși, pescăruși și mai ales pinguini. Cei mai înverșunați dușmani ai pinguinilor sînt focile-leopard, care-i atacă și-i devorează cu ferocitate.

În Marea Neagră, singura colonie pentru păsările de mare este insula Șerpilor. Aici se adună toți pescărușii argintii *(Larus argintatus)* de pe tot întinsul mării și chiar cei din Marmara, constituind frumoasa colonie a insulei, loc de clocire a acestei faune zburătoare. Cuiburile lor acoperă, în perioada clocitului, din aprilie pînă către finele lui iunie, o bună parte a insulei, fiind atît de dese și numeroase încît îți trebuie multă atenție la trecerea prin colonie spre a nu strivi puii sau ouăle. Păsările au foarte dezvoltat sistemul de apărare colectivă, încît prin gălăgia infernală manevrele de atac în picaj și baia de escremente

vîscoase rău mirositoare ce o administrează nepoftitului fac ca trecerea prin colonie să fie practic imposibilă. Ouăle lor sînt foarte gustoase și sînt considerate de unii marinari ca un aliment ales.

Ei nu lasă alte păsări să se așeze pe insulă în timpul clocitului lor, afară de cormorani, care-și fac cuiburile între stîncile din nord-vestul insulei.

La finele lunii iunie colonia se destramă, ridicîndu-se în stoluri imense. Pescărușii își iau zborul într-un balet spectaculos și interesant, spre a împînzi litoralul continental de nord-vest sau a se îndrepta spre regiunile sudice ale mării. În primăvară, punctuali, pescărușii se reîntorc la vechiul loc de clocire.

Spre toamnă, insula devine un loc de popas pentru miile de călători aripați ai drumului sarmatic de migrație.

Către finele lunii iunie, cînd se instalează seceta pe insulă, apar și șerpi de apă, foarte buni înotători, care constituie o sursă suplimentară de hrană a pescărușilor.

Iarna, stîncile mohorîte și golașe sînt neacoperite de mantia zăpezii, căci marea le oferă un climat aparte.

Marele grup al pescărușilor din Marea Neagră este reprezentat iarna și prin trei specii nordice, dintre care cel mai mare, Larus marinus, atinge 1,70 m cu aripile întinse. El cuibărește însă în nordul Europei și vine rar pe țărmul Mării Negre.

Un alt centru important al lumii păsărilor de apă de la noi este Delta Dunării. Aici, în luna aprilie, apar din Asia, Africa, Europa sudică și uneori chiar din regiunea arctică păsări acvatice care transformă locurile într-un veritabil rai avifaunistic.

BIBLIOGRAFIE

1. *Agranat A. G.* Grenlandia (Moskva — 1951)
2. *André K.* Géologie des Meeresbodens, Bd. II (Leipzig — 1920)
3. *Antipa Gr.* Marea Neagră (București — 1941)
4. *Băcescu M.* Profesor I. Borcea un mare naturalist oceanograf român (revista NATURA, nr. 6/1958)
5. *Bărbuneanu I. P.* Cercetarea științifică a oceanelor (revista MAREA NEAGRĂ — 1937)
6. *Bărbuneanu I. P.* Oceanografia (Școala Navală Constanța — 1930)
7. *Beebe W.* En plongée par 900 m. de fond (Paris — 1935)
8. *Belinski N. A.* Morskie ghidrometeorologhiceskie informații i prognozî (Leningrad — 1956)
9. *Bertschmann S.* Seetiefemessungen mit einem Ecolot-Apparat und ihre Ergebnisse (München — 1953)
10. *Besnard W.* Les produits d'origine marine et fluviale (Paris — 1948)
11. *Bobrinski A. N.* Zoogeografia (București — 1953)
12. *Bogorov V. G.* Okean (Moskva — 1955)
13. *Borcea I.* Nouvelles observations sur les migrations et sur les périodes de ponte des poissons migrateurs de la Mer Noire (Ann. Sc. Univ. Jassy. Tome XVII — 1932)

14. *Cărăuşu S.* Tratat de ihtiologie (Bucureşti — 1952)
15. *Chiriţă M.* Astronomie nautică (Bucureşti — 1959)
16. *Chiriţă M. şi Parica V.* Navigaţie (Bucureşti — 1959)
17. *Cviik V.* Distribution of Bacteria in the Waters of the Mid Adriatic Sea (Split — 1955)
18. *Dardel E.* Les pêches maritimes (Paris — 1945)
19. *Darwin Ch.* Stroenie i raspredelenie korallovîh rifov (Moskva — 1936)
20. *Duvanin A.I.* Uroveni morea (Leningrad — 1956)
21. *Ghelbke W., Geselle P. şi Matzke A.* Ein versenkbares Messgerät für hydrograpischeziell optische Seewasseruntersuchungen (Berlin — 1953)
22. *Gionoux M.* Géologie stratigraphique (Paris — 1950)
23. *Guilcher A.* Morphologie litorale et sousmarine (Paris — 1954)
24. *Halpine C.G. şi Taylor H.H.* Mariner's Meteorology (New-York — 1956)
25. *Heyerdahl T.* Expediţia Kon-Tiki (Bucureşti — 1958)
26. *Ilie D.I.* Călători ruşi în jurul lumii (Revista NATURA, nr. 4/1958)
27. *Isacenko G. A.* Cartografierea fizico-geografică (Bucureşti — 1960)
28. *Istoşin I.V.* Okeanografia (Leningrad — 1953)
29. *Jirov F. N.* Atlantida (Moskva — 1957)
30. *Joubin L.* Le fond de la mer (Paris — 1920)
31. *Joubin L.* La vie dans les océans (Paris — 1931)
32. *Joubin L.* Elements de biologie marine (Paris — 1928)
33. *Jukovski G. R.* Okeanografia dlea sudvo vitelei (Leningrad — 1953)
34. *Kalesnik V. S.* Bazele geografiei fizic-generale (Bucureşti — 1959)
35. *Klenova V. M.* Gheologhia morea (Moskva — 1948)
36. *Knight A.* Modern Seamanship (New-York —1956)
37. *Krümmel O.* Handbuch der Ozeanographie (Leipzig — 1911)
38. *Krümmel O.* Der Ozean (Leipzig — 1920)
39. *Latil P. şi Rivoire J.* Spre cucerirea adîncurilor mării (Bucureşti — 1959)
40. *Lecca A.* Dincolo de cercurile polare Bucureşti — 1959)
41. *Leontiev O.* Gheomorfologhia morskih beregov i dna (Moskva — 1955)

42. *Maghidovici P. L.* Istoria descoperirilor geografice (București — 1959)
43. *Maiac Ghevantian* Antarctica (București — 1956)
44. *Marschall B. N.* Tief Seebiologie (Jena — 1957)
45. *Martonne Em. de* Traité de géographie physique (Paris — 1920)
46. *Mikkelsen V. M.* The development of the postglacial Vegetation and a contribution to the History of the Baltic Sea (Copenhaga — 1949)
47. *Morelli C.* Rilievo gravimetrico dell' Alto Adriatico (Trieste — 1954)
48. *Motaș C.* Biogeografia Mării Negre (Revista Analele Dobrogei — 1932)
49. *Motaș C.* Migrațiile somonilor (Revista St. Adamachi, Iași, vol. XVII, nr. 1/1931)
50. *Motaș C.* Viața în adîncul mărilor (București — 1923)
51. *Motaș C.* Biooceanologia bentonică a fundurilor marine argiloase (Revista St. Adamachi, Iași, vol. XXVI, nr. 1—2 — 1940)
52. *Murgoci Adriana* Viața în adîncurile oceanelor (București — 1957)
53. *Muromțev M. A.* Klasifikaționnoe podrazdelenie vseh mirovîh okeanov i ih raionirovanie (Moskva — 1953)
54. *Muromțev M. A.* Mirovoi okean (Leningrad — 1956)
55. *Nozikov N.* Navigatorii ruși în jurul lumii (București — 1958)
56. *Oparin A.* Proishojdenie jizni (Revista Priroda, nr. 4/1952)
57. *Papiu V. Corvin* Erupții vulcanice submarine (București —1956)
58. *Papiu V. Corvin* Sedimentele mării actuale (București — 1958)
59. *Proudman I.* Dynamical Oceanography (London — 1953)
60. *Rădoi Atena* Litoralul românesc al Mării Negre (București — 1956)
61. *Rădulescu I.* Antarctica (București — 1954)
62. *Rădulescu I.* Istoricul descoperirilor geografice (București — 1956)
63. *Romanțev N.* Moreii (Moskva — 1955)
64. *Romanovsky N. Claude* La mer (Paris — 1955)

65. *Rouch J.* Traité d'océanographie physique (Vol. I—III. Paris — 1943—1948).

66. *Rouch J.* Physique des mers (Vol. I—II, Paris — 1943)

67. *Rothé S. P.* La struttura dell' Atlantico (Roma — 1951)

68. *Savu Al.* Drumul maritim al Nordului (București revista Știință și tehnică, nr. 2/1956)

69. *Sîrbu M.* Cercetători ruși și sovietici în Arctica (București — 1954)

70. *Schott G.* Géographie des Atlantischen Ozean (Hamburg — 1926)

71. *Schott G.* Géographie des Stillen und Indischen Ozean (Hamburg — 1935)

72. *Smidt I. P.* Migrații rib (Moskva—Leningrad — 1936)

73. *Sokalski I.* Okeanografia (Moskva — 1917)

74. *Suleikin V. V.* Svedeniia o fizike morea (Moskva—Leningrad — 1949)

75. *Thoulet J. M.* L'océanographie (Paris — 1922)

76. *Vallaux C.* Géographie générale des mers (Paris — 1933)

77. *Vallaux C.* Mers et Océans (Paris — 1932)

78. *Thomazi A.* Histoire de la pêche (Paris — 1947)

79. *Zavadovski M.B.* Animale și plante (București — 1957)

80. *Zenkevici A. L.* Morea S.S.S.R., ih fauna i flora (Moskva — 1951)

81. *Zenkovici P. V.* Morskoi bereg (Moskva — 1952)

82. *Zernov A. S.* Hidrobiologie generală (Vol. I—III, București — 1956)

83. *Wegener A.* Entstehund der Kontinente und Ozeane (Braunschweig — 1920)

84. * * * Woods Hole Oceanographic Institution Collected Reprints — 1949

85. * * * Exploring the Ocean Floor (Bergen — 1952)

86. * * * L'Atlantique-Histoire et la vie d'un océan (Paris — 1938).

87. * * * Admiralty Manual of Navigation (Vol. I—III, London — 1951—1955)

88. * * * Encyclopedie de monde sousmarin (Paris — 1957)

89. * * * Emil Racoviță (București — 1956)

90. * * * Ultima călătorie a lui Alfred Wegener în Groenlanda (Bucureşti — 1958)
91. * * * Bolşaia sovetskaia enţiklopedia (Moskva — 1950—1960)
92. * * * Buletinul societăţii de geografie, 1941
93. * * * Science et vie

Au mai fost consultate lucrările:

94. *E. M. Kreps* Pe VITEAZ spre insulele Oceanului Pacific (Moskva — 1959)
95. *Sîrbu M.* Descoperiri geografice în secolul XX (Bucureşti — 1965)
96. *Silkin B. J.* Planeta noastră necunoscută (Moskva — 1962)
97. *Rouch J.* Les découvertes océanographiques modernes (Paris — 1959)
98. *Pauliuc S.* Cum s-au format munţii şi mările (Bucureşti — 1964)
99. *J. Gheyserlinck* Pămîntul în continuă frămîntare (Berlin — 1947)
100. *Morariu T.* Hidrologia generală (Bucureşti — 1965)

TABLA DE MATERII

Redactor responsabil: Ing. D. TODERICIU
Tehnoredactor: GH. CUCOŞ

Dat la cules 09.10.1967. Bun de tipar 04.12.1967. Apărut 1967. Hîrtie scris tip I B de 69 g/m²; format 16/54 × 84. Coli editoriale 22,67. Coli de tipar 29 + 3 planşe. C.Z. pentru bibliotecile mari şi mici 551.4. B 275.

Tiparul executat sub comanda nr. 787 la Întreprinderea poligrafică „Tiparul", str. Fabrica de Chibrituri nr. 9—11.
Bucureşti, Republica Socialistă România

Lei 17,50

EDITURA MILITARĂ